

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1928-1929

N° 11

Recherches sur l'Huile d'Argan
et sur quelques autres produits
de l'Arganier

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

Docteur de l'Université de Paris
(PHARMACIE)

présentée et soutenue le 14 mai 1929

PAR

M. BATTINO

Pharmacien

JURY { MM. A. GORIS, *Président.*
Em. PERROT, *Professeur.*
M. MASCRÉ, *Agrégé.*

PARIS

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1929

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1928-1929

N° 11

Recherches sur l'Huile d'Argan et sur quelques autres produits de l'Arganier

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

Docteur de l'Université de Paris
(PHARMACIE)

présentée et soutenue le 14 mai 1929

PAR

M. BATTINO

Pharmacien

JURY

MM. A. GORIS, *Président.*

Em. PERROT, *Professeur.*

M. MASCRÉ, *Agrégé.*

PARIS

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1929

Personnel de la Faculté de Pharmacie

ADMINISTRATION

MM. RADAIS, Doyen, O. ✱, O I.
PERROT, Assesseur, O. ✱, O I.
G. DURSÉ, Secrétaire, ✱, O I.

PROFESSEURS

MM. N...	Chimie minérale.
RADAIS, O. ✱, O I.	Cryptogamie et Microbiologie.
BÉHAL, Membre de l'Institut, C. ✱, O I.	Chimie organique.
PERROT, O. ✱, O I.	Histoire naturelle des médicaments.
COUTIÈRE, O. ✱, O I.	Zoologie.
GRIMBERT, ✱, O I.	Chimie biologique.
LEBEAU, O. ✱, O I.	Pharmacie chimique.
DELEPINE, O. ✱, O I.	Hydrologie et Hygiène.
GUERBET, ✱, O I.	Toxicologie.
BOUGAULT, ✱, O I.	Chimie analytique.
GORIS, ✱, O I.	Pharmacie galénique.
GUÉRIN, ✱, O I.	Botanique générale.
TASSILLY, ✱, O I.	Physique.

Professeurs honoraires : MM. MOUREU, G. O. ✱, O I. et A. VILLIERS, ✱, O I.

CHARGÉS DE COURS

MM. DAMIENS, ✱, O I.	Minéralogie.
MARC HONNORAT, ✱, O I.	Législation et Déontologie pharmaceutiques.
LUTZ, ✱, O I.	Cryptogamie.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. SOMMELET, ✱, O I.
DAMIENS, ✱, O A.
LUTZ, ✱, O I.
LAUNOY, O. ✱, O A.
HÉRISSEY, ✱, O I.
DELABY, ✱, O A.

MM. PICON, O.
FABRE, O A.
MASCRE, O I.
FLEURY, O I.
BACH, O I.



CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, ✱, O I.	Chimie générale.
SOMMELET, ✱, O I., FABRE, O A. : agrégés,	chargés des travaux de Chimie analytique.
SOUÈGES, O I.	Micrographie.
LEROUX, O I.	Physique.
DEVAL, O I.	Microbiologie.
HÉRISSEY, ✱, O I., DELABY, ✱, O A., et PICON, O I. : agrégés, chargés des travaux généraux de 4 ^e année.	

Bibliothécaire en Chef : M. BEAULIEUX, O I.

A M. LE PROFESSEUR GORIS

**Professeur à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris
Directeur de la Pharmacie Centrale des Hôpitaux
et Hospices civils
Chevalier de la Légion d'Honneur**

Hommage de respectueuse reconnaissance.

A M. L. EMBERGER

Ancien chargé des fonctions d'Agrégé
à la Faculté de Pharmacie de Montpellier
Professeur à l'Institut des Hautes Etudes marocaines
Botaniste de l'Institut scientifique chérifien

A MA MÈRE

A MON PÈRE

A MA FEMME

A MES ENFANTS

ARMAND, VIVIANE, et VIOLETTE

A MON FRÈRE, A MA SOEUR

*Témoignage de reconnaissance et
de profonde affection.*

AUX MIENS ET A MES AMIS

Recherches sur l'Huile d'Argan

et sur quelques autres produits de l'Arganier

INTRODUCTION

Il n'y a pas de voyageur, naturaliste ou non, ayant parcouru le Maroc qui ait omis de parler de l'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Maire).

Bien que connu depuis fort longtemps, puisque Ibn al Baytar le cite dès 1219 dans son *Traité des Simples*, cet arbre ne cesse d'être découvert par ceux qui ont l'occasion de parcourir le sud-ouest marocain, tellement il frappe les esprits par sa situation floristique et géographique dans le monde des plantes et sa haute valeur économique locale.

L'Arganier est l'espèce unique d'un genre monotype strictement localisé sur le territoire marocain, en face des Iles Canaries : il est un survivant de la flore tropicale tertiaire. Enfin, l'Arganier est la seule ressource des tribus du pays qu'il couvre, et c'est pour cette raison, sans doute, qu'il n'a pas encore disparu.

Dans ces pays arides, l'Arganier « laisse derrière lui

le désert, et l'indigène, si acharné habituellement à tuer tout ce qui est arbre, s'en est sans doute aperçu, car il entoure l'Arganier — unique ressource de richesse pour lui — d'un peu plus de respect que les autres essences » (Emberger).

On a donc beaucoup écrit sur l'Arganier. Il s'en faut que toutes les publications aient contribué à le mieux faire connaître. En parcourant la bibliographie, on constate que les redites sont fréquentes, de telle sorte que la documentation totale sur cet arbre se trouve en réalité dans un nombre de publications relativement restreint et qu'il reste encore beaucoup à faire.

L'arbre est bien connu au point de vue botanique ; à part son anatomie dont l'étude est actuellement entreprise par M. Zaborski, il n'a plus beaucoup de secrets à nous livrer.

Par contre, l'étude des produits fournis par l'Arganier, tels que l'huile, la pulpe, le tourteau, l'arganine, est loin d'être complète. Or, certains de ces produits, en particulier l'huile, jouent un rôle important dans l'économie marocaine.

Nous nous sommes proposé de contribuer à combler ces lacunes et nous avons étudié principalement l'huile des fruits de l'Arganier, connue sur le marché sous le nom d'huile d'Argan. Au cours de ces recherches, nous avons été amené à nous occuper aussi des autres produits de l'Arganier, mais l'huile et le tourteau ont été nos principaux objets d'études et tiennent donc la place la plus importante dans ce travail.

Le sujet de cette thèse nous a été suggéré par M. le

Professeur Goris. L'éminent Maître a suivi avec sollicitude nos recherches et n'a cessé de nous donner ses directives et ses conseils féconds : qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde et respectueuse gratitude.

Pharmacien praticien très exercé aux analyses de laboratoire, mais par contre peu habitué à la rédaction de travaux scientifiques, il nous eût été difficile de conduire nos recherches et de les grouper pour en faire une thèse, si M. L. Emberger, ancien chargé des fonctions d'Agrégé à la Faculté de Pharmacie de Montpellier, Professeur à l'Institut des Hautes Etudes marocaines et Botaniste de l'Institut scientifique chérifien, n'avait bien voulu nous assurer son appui dévoué. M. Emberger a pris une grande part à l'élaboration de notre travail ; il nous a sans cesse assisté de ses conseils et de son concours effectif. Nous ne saurions dire combien nous lui savons gré de sa bienveillance.

Notre dette de reconnaissance est encore grande vis-à-vis de M. le Dr Renaud, directeur d'études à l'Institut des Hautes Etudes marocaines, de M. Velu, Chef du Laboratoire de recherches du Service de l'Elevage et de M. Zottner, Médecin-vétérinaire adjoint.

M. Renaud a mis à notre disposition ses vastes connaissances d'Histoire des Sciences chez les Musulmans et de matière médicale indigène. Il nous a grandement facilité les recherches bibliographiques si délicates et difficiles quand on est loin des grands centres universitaires. M. Zottner a bien voulu s'occuper de la partie physiologique de cette thèse : le chapitre sur la physio-

logie de l'Arganine est dû en grande partie à sa science et à son dévouement.

M. le Médecin Général Visbecq, ancien Directeur du Service de Santé des troupes d'occupation du Maroc, M. le Médecin Colonel Duffau et M. le Pharmacien Colonel Millant, m'ont généreusement ouvert les portes des laboratoires de la Pharmacie de Réserve militaire où nous avons pu effectuer la plupart de nos analyses chimiques et M. le Docteur Liouville nous a offert à l'Institut Scientifique Chérifien qu'il dirige une aimable hospitalité dont nous avons largement profité. Qu'ils veuillent bien recevoir ici la respectueuse assurance de nos sentiments reconnaissants.

Nous sommes heureux de remercier encore notre distingué confrère, M. Gibert, pharmacien à Mogador, à qui nous devons des envois nombreux de matériel d'étude : noix d'Argan, huile, appareils d'extraction d'huile des indigènes, etc... M. Vicq qui nous a procuré de l'huile d'Argan des diverses régions forestières qu'il administre, et MM. Fleury et Girardet, qui se sont empressés de nous communiquer les résultats de leurs propres observations sur les produits de l'Arganier.

Nous remercions également M. le Professeur Em. Perrot et M. le Professeur Agrégé Mascré de l'honneur qu'ils me font de vouloir bien accepter d'être membres du Jury de cette thèse.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I

HISTORIQUE

APPELLATIONS BERBÈRES concernant l'ARGANIER
(d'après LAOUST) (1)

La Drupe : *Afiwach, afiach ou tafiwoucht* ; La pulpe : *Alig ou Igi lim* ; Le noyau : *Aqqar wargan ou ouzlin* ; L'amande : *tiznint ou-tiznin* ; L'huile : *Argan ou Aouini* ; Le tourteau : *tazgemmout ou taskemmout* ; Casser les noyaux : *erg*, et la femme qui se livre à ce travail est appelée : *tamerragt* (pluriel : *timerraguin*).

On a tellement écrit sur l'Arganier qu'il faudrait un volume pour résumer tout ce que l'on pourrait trouver dans la bibliographie existante. Nous ne voulons donc pas retracer l'histoire de cet arbre, ne serait-ce que dans les grandes lignes, aussi nous limiterons-nous à mettre en évidence quelques points particulièrement intéressants qui touchent directement au sujet de notre thèse.

L'histoire botanique est d'ailleurs très bien connue ; quant aux documents sur les produits de l'Arganier, ils

1. Laoust, *Cours de Berbère marocain; dialectes du Sous, du Haut et de l'Anti-Atlas*, p. 143. Challamel, éditeur, Paris, 1921.

sont beaucoup plus rares et nous les étudierons plus particulièrement.

Les Anciens ne semblent pas avoir connu l'Arganier, ni son principal produit, l'huile d'Argan, du moins ne les ont-ils pas explicitement mentionnés parmi les productions du sud Marocain, à côté de l'Euphorbe résineuse et de ce « Citrus » qu'on identifie avec le Thuya en raison de l'usage auquel Pline dit qu'il était destiné (1).

Il n'est pas surprenant que les textes de Matière Médicale soient assez sobres de détails sur l'histoire de l'Arganier et de l'huile d'Argan. La médecine arabe était particulièrement florissante en Orient et, à l'Occident, en Espagne pays où l'Arganier est inconnu. Dans l'Afrique du Nord, la région limitée où l'arbre existe se trouvait à la périphérie du monde arabe dans des pays habités par des populations berbérophones, sans documents écrite, loin des centres intellectuels que furent à différentes époques : Tunis, Bougie, Tlemcem et Fez.

Les connaissances sur l'Arganier ne sont donc pas dues aux médecins, mais aux géographes et savants qui étudièrent particulièrement le Maghreb, tels : Al-Bekri (x^e siècle), le Chérif Al-Idrissi, né à Ceuta (x^e siècle) et le grand botaniste Andalou Ibn al-Baytar (xiii^e siècle).

C'est de ces hommes que nous tenons, avant l'époque moderne, les renseignements sur l'Arganier.

Lucien Leclerc, dans sa traduction française du

1. Pline, *Histoire Naturelle*, XIII, 29 sq. Les tables faites de ce bois atteignaient des prix fabuleux.

Traité des Simples (1) : Jâmi al Mugaradât, rapporte :
« Vers l'année 1219, Ibn al Baytar, célèbre médecin égyptien, né à la fin du XII^e siècle, se mit en marche pour l'Orient. Il passa par le Maghréb et dut y voyager à petites journées, vu le grand nombre d'observations qu'il avait faites » et il nous parle de l'Arganier (2) (Ardjan) ; c'est un mot berbère et c'est le nom d'un arbre qui se trouve dans le Maghreb extrême, dans la province de Maroc (Marrakech). Il a des aiguillons très piquants et donne un fruit de la forme d'une petite amande, appelée vulgairement « Lawuz-el-berber » (amande berbère). »

« C'est un arbre de haute taille, épineux, donnant un fruit du volume d'une petite amande et contenant un noyau que l'on recueille, que l'on triture et dont on extrait l'huile pour l'employer dans les préparations alimentaires à « Maroc » (Marrakech et dans les environs). Elle est douce comme l'huile d'olive au rapport de ceux qui en ont mangé. On dit aussi que l'huile des nègres est tout autre chose que l'huile d'Arganier, que c'est une huile qui vient du pays des nègres, qu'elle est très échauffante et qu'on l'emploie contre les maladies de nature froide ».

Le même auteur dit encore que l'huile d'Arganier « Zeït es Sudan » (3) est l'huile de « Herdjan » que les

1. Ibn-al-Baytar, *Traité des Simples* (traduction française du Dr L. Leclerc)(Notices et manuscrits de la Bibliothèque nationale, Paris, Imprimerie nationale, 1877-1883, 1, 53, n° 56; 2, 230, n° 1145; 3, 244, n° 2041).

2. L. Leblere, *loc. cit.*, 1, 53.

3. L. Leblet, *loc. cit.*; 2, 244.

Berbères du Maroc appellent « Ardjan », ou bien encore « Argan ».

Déjà Ali Ibn Rodhouan, autre célèbre médecin égyptien de la fin du x^e siècle avait dit que « le « Lowuz-el-berber » était un fruit qui ressemblait à un petit gland, de couleur jaune, portant sur un de ses côtés une dépression étroite qui ne pénétrait pas jusqu'à l'intérieur. Il ressemblait intérieurement à une graine de pin et était fourni par un arbre de haute taille du Maghreb extrême. Ce fruit est chaud et resserre le ventre à la dose de 1/2 drachme. Son huile est avantageuse contre la surdité chronique et les maux d'oreilles ».

L'auteur continue : c'est « l'Al Ardjan ; les Berbères du Maghreb extrême l'appellent « Argan ». C'est un arbre de ce pays ; il croît au sud de la ville de Maroc (Marrakech) dans les cantons de Haha et de Regraga ; il est très épineux et ses piquants aigus sont un obstacle à la récolte du fruit. On en obtient de l'huile en donnant d'abord le fruit à manger aux chèvres et aux chameaux, à l'époque de sa maturité. Ces animaux rendent les noyaux et, alors, on les recueille, on les casse comme des amandes ».

« On prend cette amande, on la triture comme on fait pour les olives afin d'en retirer une huile comestible. Chez les gens du pays, c'est une des meilleures huiles et des plus estimées. On la connaît sous le nom d'huile d'Argan. »

Le Dr Leclerc (1) ajoute la note suivante : On lit en

1. Dr L. Leclerc, *Traité des Simples*, loc. cit., 3, p. 244.

note, dans le manuscrit (copié à Fez) : « Aujourd'hui, l'usage de donner le fruit aux animaux est abandonné, et je m'en suis assuré sur les lieux; on retire cette huile directement. On concasse le fruit avec des pierres, on recueille l'amande, et on la soumet à la pression. »

Le Dr Leclerc, qui eut l'occasion d'interroger de nombreux marocains se range à cette opinion, mais il n'est pas douteux que la pratique de donner le fruit aux bétiaux avait lieu autrefois, car elle est relatée par les géographes arabes : El Bekri, El Edrissi.

Venture de Paradis (1), puis Schousboe (2) Consul du Danemark à Tanger confirment le fait, et ce dernier ajoute même que les chevaux et les ânes n'en veulent pas manger.

La première description botanique fut donnée par Linné en 1737 qui le nomma « *Sideroxylon spinosum* » (bois de fer) et le classa dans le genre *Rhamnus* ou *Sideroxylus* (*Rhamnus siculus* et *Sideroxylus spinosus*).

M. G. Höst (3) (1766-1768), qui a publié un très intéressant mémoire sur la Flore marocaine, décrit assez longuement l'Arganier.

En 1809, Correa de Serra (4) donne une petite des-

1. *Dictionnaire berbère*, p. 230.

2. Schousboe, *Jagttagelser over Vextriget i Marokko* (Observations sur le règne végétal au Maroc). Edition française, latine, par le Dr. E. L. Bertherand. J. B. Baillière, Paris, 1874, p. 103-114 ; Schousboe, *Beobachtung über das Gewächsreich in Marokko*, 1801, p. 97.

3. G. Höst, *Nachrichten von Marokko und Fex*. Kopenhagen, 1781, p. 304.

4. Correa de Serra, *Ann. Museum Hist. Nat.*, 8, 1809, 393 (pl. v, fig. 1).

cription de la plante et fait une monographie du fruit avec une planche en reproduisant les caractères.

Broussonet, puis Schousboe ont donné des détails intéressants sur ce sujet, et ce dernier auteur en fit une description particulièrement longue et le dénomma *Elaeodendron Argan* (Célastrinées), suivant Retz et Willdenow.

Dryander l'appelle *Rhamnus pentaphyllus*.

Le genre *Argania* est dû à Roemer et Schultes et fut admis définitivement par De Candolle puis Endlicher.

On sait que les recherches de synonymie et des droits de priorité au sujet de l'Arganier ont conduit R. Maire à proclamer comme correct, suivant les règles internationales de nomenclature, le nom d'*Argania spinosa* (L.) Maire :

Ali Bey El Abbassi (1), de son vrai nom Domingo Badia Y Liblich, savant voyageur espagnol, rapporte qu'il rencontra l'Arganier en 1803 et donne le détail suivant : « Cet arbre précieux se multiplie de lui-même sans avoir besoin d'être cultivé, en sorte qu'il n'y a autre chose à faire que d'en recueillir le fruit : c'est une espèce d'olive extrêmement grasse de laquelle on extrait abondamment de l'huile bonne à tous les usages. »

Jackson (2) donne une relation très curieuse de l'emploi de l'huile d'Argan : « Dans le Sous, on l'emploie pour

1. Ali Bey El Abbassi, *Voyages en Afrique et en Asie*. Paris, 1814, t. 1, 254 (Voyageur espagnol né à Biscaye en 1766, mort en 1818 de la dysenterie en se rendant de Damas à La Mècque).

2. Jackson, *Account of the empire of Marocco*. London, Bulmer, 1909.

faire cuire le poisson et garnir les lampes. Pour l'usage culinaire, il faut faire bouillir « un quart » de cette huile (un peu moins de 3 litres) avec un gros oignon coupé en quartiers, et, quand elle bout, y mettre un morceau de mie de pain, de la grosseur d'une orange, après quoi on laisse refroidir et on filtre. On croit que sans cette précaution l'huile posséderait certains principes donnant la lèpre.

En 1853, le Vicomte de Noé (1) publia dans la *Revue Horticole* une notice rapportant que le Capitaine de Frégate de Maisonneuve envoya, en 1852, au Ministre de la Marine, des fruits de l'Arganier et que ce dernier les adressa aux jardins botaniques du midi : ce fut le premier essai d'acclimatation.

En 1854, le Directeur du jardin botanique royal de Kew, Sir Joseph W. Hooker, donna les détails suivants, qui lui furent fournis par H. Greace (2) et que nous reproduisons ici.

« L'Arganier croît plus ou moins dans tous les Etats de la Barbarie occidentale, mais principalement dans la région de Haha et au sud de cette ville. Le sol où il vit est léger, sablonneux et très riche ; on le trouve généralement sur les collines où rien d'autre ne pousse et où l'irrigation est impossible. Il nous a semblé, d'après

1. Vicomte de Noé, Mémoire sur l'Arganier recommandé comme plante oléagineuse. *Rev. Hortie.*, Paris, 1853 (1^{er} avril).

2. W. Hooker, On the « Argan », tree of Marocco (Argan Sideroxylon). *Journ. of. Botan.*, London, 1854, 6, p. 97, pl. III et IV, Reprinted in appendix to Hooker and Ball's ; Tour in Marocco. 396-403. Traduction du capitaine Watier et du Lt. Barra, agrégés d'anglais, aimablement communiquée par l'Inspecteur des Eaux et Forêts, de Mogador.

l'apparence de certains de ces arbres, qu'ils étaient âgés de 100 à 200 ans, et un, particulièrement gros qui se trouvait dans notre voisinage, en avait certainement au moins 300; il mesurait 26 pieds de tour et commençait à avoir des branches reposant sur le sol, dont une mesure 11 pieds de circonférence s'étendant à 15 pieds environ du tronc et s'élevant alors de nouveau verticalement. La plus haute branche de cet arbre ne se trouve pas à plus de 16 à 18 pieds du sol, alors que les branches extrêmes s'étendent jusqu'à donner à l'arbre une circonférence de 220 pieds; c'est le plus gros que je connaisse. »

« Dans ce pays-ci il se propage surtout par graines; quand on les sème, on place avec la graine un peu d'engrais et on l'arrose soigneusement jusqu'à ce qu'elle germe; à partir de cette époque (de 3 à 5 ans) elle n'exige plus de soins; après avoir été semée, la plante donne des fruits qui mûrissent entre mai et août, suivant la situation de l'arbre. Les racines s'étendent à une très grande distance sous terre et donnent naissance, de temps en temps, à des drageons qu'on laisse pousser, évitant ainsi la nécessité de transplanter ou de semer de nouveaux arbres. Quand le fruit mûrit, des troupeaux de moutons, de chèvres ou de vaches sont amenés sous l'arbre, un homme gaule l'arbre avec une longue perche, les fruits tombent et sont dévorés avec avidité par le bétail. »

« Le soir on le reconduit à l'étable et, quand les animaux sont confortablement installés dans leurs enclos, ils commencent à ruminer et rejettent les noyaux qui

sont rassemblés tous les matins, dès que les animaux sont repartis pour leur excursion journalière. J'ai souvent entendu dire que le noyau traversait le tube digestif, mais ce n'est qu'une exception et non la règle générale. »

« De grandes quantités de ce fruit sont également recueillies par les femmes et les enfants, on les sèche soigneusement, la drupe est enlevée et conservée pour les chameaux et les mules qui voyagent en hiver, car elle est considérée comme extrêmement nourrissante. »

« Le procédé d'extraction de l'huile est très simple : les noyaux sont cassés par les femmes et les enfants (et nombreux sont les doigts qui souffrent à cette époque par manque d'outils appropriés car les noyaux sont très durs et une pierre est le seul outil usité). Les amandes sont ensuite séchées dans un vase en terre ordinaire et moulues dans les moulins à bras de ce pays, puis placées dans un récipient large et peu profond ; on les asperge d'un peu d'eau froide et on malaxe le mélange avec les mains (procédé fort analogue à la fabrication de la pâte par les boulangers) jusqu'à ce que l'huile se sépare. »

« Le résidu est alors soigneusement comprimé avec les mains, ce qui termine l'opération ; on laisse reposer l'huile et on la décante. Quant au tourteau, il contient encore une grande quantité d'huile par suite de l'insuffisance de compression. Il est généralement donné aux vaches et aux chèvres laitières ; je n'ai jamais entendu dire que l'on employait aucune partie du fruit comme engrais, mais je n'ai aucun doute qu'il ne constituerait

un excellent engrais. Quelques-uns de ces arganiers croissent en touffes, d'autres isolément. » Signé : Harry Greace, Vice-Consul de Mogador.

L'Arganier a été introduit en Angleterre en 1811 et vécut longtemps le long d'un mur exposé au soleil ; il mourut au cours d'un hiver particulièrement rude.

D'après Hooker, l'introduction de l'Arganier en Europe serait antérieure à cette date, car il aurait été cultivé en Hollande dès 1697 et introduit en Angleterre en 1711 par la Duchesse de Beaufort.

Nous avons relaté l'essai infructueux d'acclimatation dans le midi de la France à la suite de l'envoi de graines par le Capitaine de Frégate de Maisonneuve.

Des essais plus sérieux furent faits au moyen de graines envoyées par Sir John Harry Greace et avec celles apportées par M. Hooker au Comte de Clarendon. Ces plantes vivent encore dans les serres des plantes économiques du jardin de Kew.

Des lots de graines ont été envoyés dans les colonies anglaises et aux Indes orientales. Les résultats sont, paraît-il, assez satisfaisants.

L'Arganier pousse très bien à Rabat, en Algérie, à Lisbonne et supporte même, tant bien que mal, le climat de Nice.

L'huile d'Argan est peu connue en Europe ; déjà, vers le milieu du siècle dernier M. Wilson, Directeur scientifique de la maison Price and Co, assura que les graines contenaient un fort pourcentage d'une très belle huile. Depuis, de nombreuses firmes belges et allemandes se sont intéressées à l'huile d'Argan — sans

grand succès d'ailleurs — car toute la production de cette huile est consommée sur place.

L'étude chimique de l'huile fut faite en 1907 par Milliau, puis par Dürselen en 1910. Plus récemment, Simon Bernus, Moreau et Leulier, puis enfin Girardet, reprirent chacun de leur côté l'étude de la composition chimique de cette matière grasse.

CHAPITRE II

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE NATURELLE DE L'ARGANIER

A. — GÉOGRAPHIE DE L'ARGANIER

L'Arganier est l'arbre du sud-ouest marocain, des pays de Mogador et d'Agadir. Il joue un rôle important dans le paysage lorsque, venant du nord, on a franchi l'oued Tensift, ou, pour les voyageurs de Mauritanie, lorsqu'on passe sur le versant septentrional de l'Anti-Atlas. L'Arganier est le maître incontesté du Sous. Sur les pentes de l'Anti-Atlas, comme d'ailleurs du Grand Atlas et dans les plaines de Mogador, il est parfois concurrencé par le Thuya (*Callitris*) sans être cependant éliminé complètement du paysage végétal. L'arbre ne dépasse guère l'altitude de 1.500 m. dans les régions les plus chaudes, c'est-à-dire dans les montagnes bordant la plaine du Sous. Cette limite s'abaisse légèrement vers le nord (fig. 1).

En altitude, l'Arganier est concurrencé par le Thuya qui se substitue complètement à lui à partir de 1.000 à 1.500 m., suivant l'exposition, mais ce remplacement peut déjà avoir lieu à des altitudes bien inférieures, suivant l'exposition et les conditions locales ;

c'est ainsi que le Thuya remplace l'Arganier dans les bas-fonds légèrement humides de l'arrière-pays de Mogador, mais le déterminisme du comportement mutuel du Thuya et de l'Arganier est souvent inconnu. On ne s'explique pas pourquoi l'Arganier manque dans



Fig. 1. — Forêt d'arganiers, à 30 km. de Mogador sur la route de Safi (*Cliché original*).

certaines stations, alors que l'on y trouve du Thuya. Citons, par exemple, que le voyageur se rendant de Mogador à Agadir peut remarquer, en certains endroits, le Thuya descendant au niveau de la mer, alors que partout ailleurs, c'est l'Arganier, toutes conditions de sol et de climat étant identiques. Le caractère de relique

floristique de l'Arganier est peut-être, dans certains cas, une cause de trouble dans la succession régulière des étages de végétation qui, par ailleurs, se succèdent avec tant d'ordonnance.

L'Arganier était jadis beaucoup plus répandu. Jusqu'en 1924 on croyait cet arbre exclusivement localisé dans le sud-ouest marocain. A la fin de cette année, M. Emberger a fait connaître un îlot d'Arganiers dans la vallée moyenne de l'Oued Grou, entre Tedders et Marchand.

Puis, peu de temps après, M. Mouilleron, Inspecteur des Eaux et Forêts d'Oudjda, signala cet arbre chez les Beni Snassen, c'est-à-dire au Maroc oriental. Enfin, reliant ces stations extrêmes au centre de dispersion actuel, on découvrit encore des Arganiers au Cap Blanc, près de Mazagan (Wattier, Emberger), et au cap Safi (Maire) (fig. 2).

Au nord du Grand Atlas, l'Arganier s'étendrait à l'état sporadique vers l'Est, jusque près d'Amismiz (1).

Les stations de l'Oued Grou, des Beni Snassen, les plus intéressantes, montrent que l'Arganier occupait jadis une aire beaucoup plus vaste qu'aujourd'hui. « Son avance chez les Benni Snassen indique qu'il a continué à se propager après le Tortonien, postérieurement à la fermeture du détroit sud-Riffain. » (Joleaud) (2).

« D'autre part, l'Arganier et toute la flore à laquelle il

1. M. Deschaseaux, Inspecteur des Eaux et Forêts à Marrakech a signalé des Arganiers isolés dans cette région.

2. Joleaud L., Le régime des pluies et les zones de végétations du Maroc. *La Nature*, 194, 1925, 293-301.

est lié, sont étroitement apparentés aux végétaux des îles atlantiques. Nul doute que, lors du maximum d'expansion de cet arbre, les Canaries se trouvaient encore en étroite connexion continentale avec le Maroc. Or, la géologie nous révèle que le détroit de Mogador exis-



Fig. 2. — Vieil Arganier (propriété de M. Gibert).

Les troncs multiples proviennent du développement des rejets d'un ancien arbre abattu.

tait déjà au Pliocène. Ce serait donc au Miocène supérieur, au Sahélien-Pontien que remonterait l'époque du plus grand épanouissement du règne de l'Arganier » (Joleaud).

Les qualités biologiques de l'Arganier permettent de conclure qu'au moment de son extension maximum, le Maroc entier jouissait d'un climat beaucoup et plus sec

chaud qu'aujourd'hui. Cette hypothèse est d'ailleurs conforme aux données géologiques et se base, en botanique, sur d'autres faits corroborant les données fournies par l'Arganier.

Les autres témoins végétaux de cette période steppique seraient, selon M. Emberger (1), l'*Acacia gummifera* dont quelques individus montent vers le Nord, jusqu'aux environs de Rabat : *Cytisus albidus* D. C. *Stipa tenacissima*, — si rare au Maroc occidental — *Populus euphratica* de Settât.

Il est très probable que le règne de l'Arganier a décliné au moment des glaciations avec lesquelles ont coïncidé, en Afrique du Nord, des périodes pluvieuses. L'Arganier étant très xérophile a reculé vers le sud où le climat subissait moins de changements. Les Arganiers des Beni Snassen, de l'Oued Grou, de Mazagan, seraient ainsi les derniers « trainards » de cette émigration. Ils occupent d'ailleurs des stations jouissant d'un climat aussi peu différent que possible du climat steppique.

Les Arganiers des Beni Snassen se trouvent dans la partie occidentale du massif, c'est-à-dire dans le couloir de la Moulouya, recevant de plein fouet les émanations du climat sub-désertique des pays que traverse ce fleuve.

Ceux de l'Oued Grou sont accrochés sur un versant raide, sec et rocheux, exposé en plein midi. Les Arganiers de Mazagan s'élèvent sur un plateau calcaire très aride.

1. Renseignements inédits.

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte géologique de la région occupée aujourd'hui par l'Arganier, on remarque que cet arbre est indifférent à la nature chimique du sol. Entre Mogador et Agadir, on peut voir l'Arganier sur des calcaires compacts et perméables, sur l'argile et sur des grès durs.

Les Arganiers de la vallée du Grou sont sur des grès siliceux, durs, primaires ; ceux des Beni Snassen sont sur du calcaire.

Il semble que l'Arganier s'accommode de toutes les qualités chimiques du sol, à condition cependant que certaines qualités physiques de substratum soient réalisées.

Cet arbre fuit le sable mobile et l'humidité permanente, même modérée, du sol. Les dunes mouvantes de Mogador repoussent la forêt de l'Arganier du nord au sud. L'humidité du sol favorise la croissance de beaucoup de végétaux devant lesquels l'Arganier succombe.

La carte pluviométrique montre que l'Arganier reçoit à Safi 360 mm. de pluies annuelles ; 328 mm. à Mogador ; 194 mm. près de Chichaoua ; 207 mm. à Agadir ; 213 mm. à Taroudant ; 222 mm. à Tiznit ; 300 mm. environ chez les Beni Snassen et 400 mm. environ dans la vallée de l'Oued Grou. D'autre part, l'Arganier supporte très bien les chaleurs torrides du Sous et s'accommode, sur le littoral, d'un climat doux, nettement océanique. L'Arganier est donc doué d'une remarquable plasticité écologique.

Nous avons déjà vu que l'Arganier était jadis répandu très largement au Maroc. Il est impossible de tracer

les anciennes frontières effacées par le temps, mais nous pouvons préciser l'aire que l'arbre pourrait occuper encore actuellement au Maroc.

Quelle est l'étendue du climat qui lui serait favorable encore aujourd'hui, si l'Homme et la concurrence vitale des autres végétaux étaient exclus des forces limitant la puissance d'expansion des végétaux?

Ces limites ont été précisées récemment, en 1923, par M. Emberger (1). Elles expliquent le domaine géographique occupé par l'Arganier et nous indiquent où cet arbre peut encore vivre de nos jours, où nous pourrions le planter avec succès.

L'indifférence de l'Arganier vis-à-vis du sol simplifie le problème et réduit celui-ci à l'établissement des limites climatiques.

Au sud de l'Anti-Atlas, l'extension de l'Arganier est arrêtée par le manque d'eau. Au nord de cette chaîne, dans la plaine du Sous, c'est l'altitude qui intervient, celle-ci est, comme nous l'avons indiqué déjà, située approximativement à 1.500 mètres, mais elle subit de gros écarts, suivant l'exposition et le relief.

La limite altitudinale de l'Arganier coïncide avec la limite des neiges les plus basses (Wattier) ; autrement dit, la limite altitudinale est une limite thermique. Quel est cet isotherme ? Il est impossible de le préciser pour les pentes du grand Atlas car aucune observation météo-

1. Emberger L., A propos de la distribution géographique de l'Arganier. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 4, 1924, p. 151-153 ; Les limites climatiques naturelles de l'Arganier. *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc*, 5, 1925, p. 94-97 ; Le domaine naturel de l'Arganier. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 72, 1925, 770-771.

rologique n'y est faite, mais il peut être déterminé approximativement, grâce à la station de l'Oued Grou, qui est précisément située sur la limite des neiges les plus basses ; les Arganiers du Grou se trouvent donc sur le même isotherme que ceux qui festonnent le versant sud du grand Atlas.

Le climat de la station du Grou étant mieux connu que celui du Sous, l'isotherme recherché a pu être déterminé approximativement. M. Emberger l'a établi à l'aide de la moyenne des températures minima durant le mois le plus froid : janvier.

C'est l'isotherme de 4°50 environ. Le tracé de cet isotherme s'identifie avec la limite altitudinale de l'Arganier. Lorsqu'il touche à l'Anti-Atlas, il passe insensiblement à la ligne du minimum d'humidité qui limite, comme on sait, l'Arganier vers le sud.

Au Maroc septentrional, il est possible que l'aire d'extension soit délimitée par une ligne pluviométrique, l'Arganier étant un arbre xérophile. Aucune station d'Arganier n'est connue jusqu'à ce jour dans les pays recevant plus de 500 mm. de pluie. Cependant, des expériences de semis sous les climats humides du Maroc septentrional, permettraient peut-être d'avoir une opinion plus exacte sur ce point (1).

En résumé, d'après les recherches de M. Emberger,

1. M. Emberger possède à Rabat de jeunes Arganiers provenant de semis. Les jeunes arbres sont laissés sous l'influence complète du climat humide et relativement pluvieux de Rabat (500 mm.). Ils ont maintenant plus de deux ans et prospèrent admirablement. Des essais de transplantation à Tiflet (50 km. à l'est de Rabat) ont pleinement réussi jusqu'à ce jour.

l'Arganier est limité au sud par une ligne démarquant un minimum d'humidité, allant de l'Oued Noun au



Fig. 3. — Les limites naturelles de l'Arganier et leurs superpositions avec les lignes pluviométriques. Les plages rayées en noir montrent les peuplements d'Arganiers actuellement connus. Dans la région de Mogador et dans le Sous, le tracé limite les forêts d'Arganiers en peuplements continus. En réalité, l'essence se répand, dans cette région, plus ou moins isolément partout à l'intérieur des limites qui ont été tracées.

On remarque, autour de Mogador, une légère inflexion de la ligne ; elle est due aux dunes qui ont refoulé l'Arganier, vers l'Est et le Sud, jusqu'à leur fixation.

La ligne pointillée continue montre les limites climatiques de l'Arganier. Les pointillés représentent les lignes équipluviométriques qui interviennent peut-être pour limiter l'arbre au Nord (d'après Emberger).

sommet du triangle du Sous, suivant sensiblement la crête de l'Anti-Atlas. Puis, cette ligne passe à l'isotherme correspondant à la limite des neiges les plus basses,

était naturel qu'il servit à caractériser phytogéographiquement le pays qu'il occupe. MM. Braun-Blanquet et Maire (1) ont ainsi établi le « Secteur de l'Arganier ».

En 1921, ces deux savants ont subdivisé le Maroc en plusieurs domaines phytogéographiques : le *domaine lusitanien*, le *domaine maurétano-méditerranéen*, le *domaine maurétano-atlantique* et le *domaine maurétano-steppique*.

Le domaine maurétano-atlantique — le seul qui nous intéresse ici — a été lui-même subdivisé en secteurs dont l'un a été le secteur de l'Arganier.

Cette première tentative n'a pas résisté aux progrès de nos connaissances sur la végétation du Maroc, en particulier pour le secteur de l'Arganier. En effet, MM. Emberger et Maire n'ont pas tardé à montrer (1927-1928) que l'Arganier s'étend sur des territoires nettement différents, du point de vue de leur climat et de leur végétation, et que cet arbre, si spécial du sud-ouest marocain, ne caractérise en réalité aucun territoire phytogéographique. Dans ces pays, l'Arganier apparaît comme un supplément ajouté à la flore, ou, si l'on veut, comme le reste d'une flore en voie de disparition. En somme, l'Arganier y fait figure d'étranger.

Dans le Sous, l'Arganier occupe un territoire nettement steppique. Sur le littoral, il vit sous un climat très différent. L'Arganier n'appartient donc pas exclu-

1. Braun-Blanquet et Maire, Etudes sur la végétation et la flore marocaine. *C. R. des herborisations de la Soc. bot. de Fr...*, 1921. *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc*, 4, 30 décembre 1924.



Fig. 5. — Les domaines et secteurs botaniques du Maroc
(d'après Emberger et Maire).

	Domaine lusitanien (secteur 1).		Domaine maurétano-steppique (secteurs 12-15).
	Domaine maurétano-méditerranéen (secteurs 2-5).		Région saharienne.
	Domaine maurétano-atlantique (secteurs 6-11).		

Domaine lusitanien :

1. Secteur tangerois.

Domaine maurétano-méditerranéen :

2. Secteur oriental de l'Atlas rifain,
3. Secteur du Tazzeka.
4. Secteur oranais occidental.
5. Secteurs occidentaux de l'Atlas rifain.

Domaine maurétano-atlantique :

6. Secteur nord-atlantique avec ses sous-secteurs.
7. Secteur sud-atlantique.
8. Secteur macaronésien marocain.
9. Secteur des plateaux d'Oulmès.
10. Secteurs du Moyen Atlas (nombre et limites inconnus).
11. Secteurs du Grand Atlas et du Sirona (plusieurs secteurs occidentaux et plusieurs secteurs orientaux non délimités).

Domaine maurétano-steppique :

12. Secteur des Hauts Plateaux oranais.
13. Secteur steppique du Maroc méridional.
14. Secteur steppique austro-occidental.
15. Secteur de l'Anti-Atlas.

Le secteur de l'Arganier est représenté par la partie fortement rayée.

sivement, comme on l'a cru, au domaine maurétano-atlantique, mais empiète largement sur le domaine maurétano-steppique qui comprend, non seulement le Maroc oriental à l'est de Taza, et le Haouz de Marrakech, mais encore le Sous. En se basant sur ces données nouvelles MM. Emberger et Maire ont été amenés à modifier et à compléter la première ébauche de la détermination des territoires phytogéographiques tentée en 1921.

La carte ci-dessous (fig. 5) résume l'état actuel de la question.

Le fait que la forêt d'Arganiers s'étend sur des territoires phytogéographiques différents nous permet de prévoir qu'elle n'a pas partout les mêmes caractères. On ne peut pas parler purement et simplement d'une association de l'Arganier.

Il faut spécifier le groupement et mentionner, par exemple, la forêt d'Arganiers du domaine maurétano-atlantique et celle du domaine maurétano-steppique. Nous pouvons donc distinguer, *a priori*, deux types de forêts d'Arganiers: le type atlantique littoral et le type steppique (1).

a) *Type atlantique littoral.*

Ce type existe dans la région de Mogador, et descend le long du littoral jusqu'aux confins de l'Empire Chérifien, mais, plus on va vers le sud, plus il est dégradé et plus il s'apparente au type steppique.

1. Observations inédites de M. Emberger.

Le littoral de la province du Sous est à peu près complètement déboisé.

Ce type, localisé sur le littoral peut réapparaître dans son ensemble à l'intérieur des terres à la faveur de l'altitude.

Il présente deux faciès très nets : un faciès septentrional, caractérisé par la présence du Doum (*Chamaerops humilis* L.), de l'Olivier, du Phillyrea (*Phillyrea media* L.), du Lentisque (*Pistacia Lentiscus* L.), c'est-à-dire d'un bon nombre d'arbustes méditerranéens et un faciès méridional dans lequel le *Chamaerops* manque totalement et où les autres arbres et arbustes sont rares ou absents. Par contre, apparaissent ici les Euphorbes cactiformes absentes du faciès septentrional (*Euphorbia Echinus* Hook. f. et Coss. et *E. Beaumierana* Hoof. f. et Coss.) qui donnent au paysage végétal un aspect tout à fait caractéristique.

Voici un relevé dû à MM. Emberger et Maire, pris au pied du Djebel Hadid, près de Modagor, sur des calcaires jurassiques compacts, à une altitude de 100 à 150 m. environ. Il peut servir d'exemple du faciès septentrional du type atlantique littoral de la forêt d'Arganiers :

Arbres et grands arbustes : *Ceratonia siliqua* L. ; *Rhus oxycantha* Schousb ; *Rhus pentaphylla* Desf. ; *Pistacia Lentiscus* L. ; *Phillyrea media* L. var. *latifolia* ; *Olea europaea* L. ; *Argania spinosa* (L.) Maire.

Arbustes de petites tailles : *Chamaerops humilis* L. ; *Asparagus albus* L. ; *Adenocarpus cincinnatus* Coss. ; *Cytisus mollis* Willd. ; *Genista ferox* Poir. var. *microphylla* Ball. ; *Anagyris foetida* L. ; *Jasminum fructicans* L. ; *Periploca laevigata* Ait.

Chaméphytes ; plantes sous-ligneuses : *Andrachne maroccana*

Ball ; *Polygala rupestris* Pourr. ; *Lavandula multifida* L. ; *Salvia interrupta* Schousb ; *Teucrium collinum* Coss.

Hémicryptophytes : *Aristida adscensionis* L. ; *Cynodon Dactylon* Pers. ; *Geranium Robertianum* L., var. *purpureum* (Vill.) Murb ; *Asperula hirsuta* Desf. ; *Anarrhinum pedatum* Desf. ; *Linaria ventricosa* Coss.

Géophytes : *Gladiolus byzantinus* Mill.

Plantes succulentes : *Caralluma maroccana* N. E. Br.

Plantes annuelles : *Lolium rigidum* Gaud ; *Filago spathulata* Presl. ; *Polycarpon tetraphyllum* L. ; *Paronychia chlorothyrsa* Munb. ; *Reseda diffusa* Ball. ; *Fumaria berberica* Pugsley ; *Carichterla Vella* D. C. ; *Succowia balearica* Médic. Pflanzeng ; *Sisymbrium erysimoides* ; *Notoceras canariensis* R. Br. ; *Lotus arenarius* Brot ; *Hippocrepis ciliata* Willd ; *Astragalus epiglottis* L. ; *Eryngium ilicifolium* Lam ; *Caucalis bifrons* Coss. ; *Coronilla scorpioides* Koch. ; *Anagallis latifolia* L. ; *Convolvulus althaeoides* L. ; *Stachys arvensis* L. ; *Teucrium decipiens* Coss. ; *Galium setaceum* Lam. ; *Galium tricornis* Stokes. *Valerianella discoïdea* Loisel. ; *Valerianella microcarpa* Loisel ; *Centranthus Calcitrapa* Dufr. ; *Plantago amplexicaulis* Cav. ; *Campanula Erinus* L. ; *Amberboa maroccana* Barratte et Munb ; *Gladanthus arabicus* Coss ; *Chrysanthemum segetum* L.

Sont, de plus, très fréquents dans ces forêts :

Asphodelus microcarpus Viv. ; *Asphodelus fistulosus* L. *Asparagus altissimus* Munby ; *Iris Sisyrinchium* L. ; *Cistus villosus* L. ; *Withania frutescens* Pauq. ; *Lavandula dentata* L.

Le faciès méridional a un aspect très différent grâce à la présence des Euphorbes cactiformes.

Au cap Guir, ce type a la composition suivante, d'après MM. Emberger et Maire.

Arbres : *Argania spinosa* L. Maire.

Arbustes : *Asparagus Pastorianus* Webb et Berth. ; *Salsola oppositifolia* Desf. ; *Euphorbia Regis-Jubae* Webb et Berth. ; *Cytisus albidus* D. C. ; *Pistacia Lentiscus* L. ; *Celastrus senegalensis* Lam ; *Rhus oxyacantha* Schousb. ; *Periploca lœvigata* Ait. *Lycium intricatum* Boiss. ; *Withania frutescens* Pauq. ; *Artemisia reptans* C. Sm.

Plantes succulentes : *Euphorbia Beaumierana* Hook f. et Coos. auquel s'associe, dans le sud-est : *E. Echinus* Hook f. et Coss.

Hémicryptophytes : *Lavandula dentata* L.

Plantes annuelles : Très nombreuses.

Autour d'Agadir on peut récolter un grand nombre de plantes succulentes :

Euphorbia Beaumierana Hook. f. et Coss. et *E. Echinus* Hook f et Coss. ; *Kleinia Anteuphorbium* Maire ; *Caralluma Hesperidum* Maire ; et *Caralluma Burchardii* var. *maura* Maire ; *Sempervivum arboreum* L.

L'élément canarien est abondamment représenté dans la végétation. Citons au hasard :

Chenolea canariensis Moq. , *Helianthemum canariense* L., *Euphorbia Regis-Jubae* Webb. et Berth. *Sonchus acidus*, Schousb., *Cytisus albidus* D. C., etc...

D'autre part, beaucoup d'espèces canariennes sont remplacées au Maroc par des espèces vicariantes. Ce sont entre autres (1) :

Espèces marocaines : *Scilla haemorrhoidalis* Webb. ; *Euphorbia Canariensis* L. *Sideroxylon Marmulano* Banks ; *Statice pectinata* Ait. *Kleinia nerifolia* Haw.

Espèces vicariantes du Maroc sud-occidental : *Scilla iridifolia* Webb. ; Les espèces cactiformes précitées *Argania spinosa* (L.) Maire ; *Statice Mucronata* L. et *St. jallax* Coss. ; *Kleinia Anteuphorbium* (L.) D. C.

La liste pourrait être considérablement allongée.

b) *Le type Steppique.*

Le type steppique est complètement différent du type précédent. Au sud, cependant, le faciès méridional

1. Braun-Blanquet et Maire, Contribution à la flore marocaine. Bull. Soc. Hist. nat. Afrique du Nord, 13, 1922, p. 93 et 180.

du type atlantique littoral est fortement influencé par la steppe du Sous. Nous avons déjà fait remarquer que ce type steppique diffère essentiellement par l'absence complète du Palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) (1), de l'Olivier, du Lentisque et des autres arbustes méditerranéens, en dehors des parties irriguées du sol.

De plus, nous voyons que l'Arganier steppique du Sous est toujours associé à l'*Acacia gummiifera* et à un jujubier (*Ziziphus Lotus* Lam.). *Rhus oxyacantha* Schousb. et *Rhus pentaphylla* Desf., *Genista ferox* Poir., var. *microphylla* sont généralement abondants et forment un fourré impénétrable en beaucoup de points. La strate herbacée est peu développée et très caduque.

A l'abri de ce sous-bois broussailleux, on peut récolter des végétaux qu'on est surpris de rencontrer dans cette plaine torride en été, tel *Gymnogramme leptophylla*. Les Euphorbes cactiformes littorales ne pénètrent pas profondément dans les terres.

La dégradation de ces forêts d'Arganier, en dehors des cours d'eau, crée le désert. Le Sous déboisé ne différerait pas du pays de Ben Guerir et de Marrakech, au nord de l'Atlas. C'est l'Arganier seul qui protège cette province de la stérilité absolue.

D'ailleurs, l'Arganier se régénère parfaitement par semis naturels, mais les plantules sont un mets recherché des chèvres et des moutons. Il est donc très rare d'en trouver. Il suffit que les forêts d'Arganiers soient protégées pour que la multiplication par semis ait lieu.

1. On en connaît un pied à Agadir et un autre au cap Guir.

B. — SUR QUELQUES CARACTÈRES BOTANIQUE DE L'ARGANIER.

Les caractères morphologiques externes, tels qu'ils sont nécessaires en systématique sont connus depuis longtemps. Nous ne croyons pas devoir les reproduire et renvoyons à la littérature qui traite de cette partie et principalement à la description qu'en a donné De Candolle (1), Hooker (2), Engler (3), Baillon (4), Cornu (5), Em. Perrot (6).

Par contre, il nous paraît plus intéressant d'insister sur l'anatomie moins connue des principaux organes de cet arbre et plus spécialement sur celle du fruit.

1° *Structure anatomique des plantules de l'Arganier.*

La structure anatomique de l'Arganier est peu connue. Les documents que nous possédons sont fragmentaires et purement descriptifs. Ils n'ont pas d'autre intérêt que celui de nous indiquer la localisation topographique des divers tissus.

Récemment M. Zaborski (7) a entrepris une étude

1. De CANDOLLE, *Prodromus* 8, 1844, 187.

2. HOOKER W., *loc. cit.*

3. ENGLER, *Monogr. Afrik. Pflanzenfam (Sapotacées)*. Leipzig. — Paris, Engelmann, 1897-1909, p. 26.

4. BAILLON, Observations sur les Sapotacées. *Bull. Soc. Lin.* Paris, 2, 1889-1897, 910.

5. CORNU, Note sur la structure des fruits de l'Argan du Maroc (*Argania Sideroxylon*). *Bull. Soc. Bot.*, 44, 1897, 181-187).

6. Em. PERROT, *loc. cit.*

7. Les recherches résumées ici sont encore inédites et feront prochainement l'objet d'un exposé détaillé dans le *Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc*. Nous remercions vivement M. Zaborski de nous avoir autorisé à en parler dès maintenant et de nous avoir donné tous les éléments pour la rédaction de ce chapitre.

plus systématique de la structure anatomique de l'Arganier, afin de se rendre compte si cet arbre, qui paraît très ancien puisqu'on le considère comme un « fossile vivant », possède des caractères anatomiques ancestraux susceptibles de nous éclairer sur la genèse de l'appareil vasculaire des végétaux, si brillamment développée par G. Chauveaud.

Disons tout de suite que les espoirs ne paraissent pas être confirmés. Si ancien que soit l'Arganier, il n'a pas une structure plus primitive ou, si l'on veut, moins complexe que beaucoup de végétaux relativement récents. Son évolution est nettement accélérée, de telle sorte que dans les cotylédons le type superposé est déjà réalisé.

Les rameaux ont la structure classique de la tige des dicotylédones.

La plantule, de 10 à 15 cm. de longueur, permet d'observer les faits essentiels de l'évolution anatomique de l'Arganier.

Les germinations de l'Arganier sont très faciles à obtenir sur *Sphagnum*. Elles se produisent au bout de 8 à 10 jours, à une température de 15° environ. La germination est épigée. Les poils absorbants sont situés assez haut, vers le collet et sont invisibles à l'œil nu.

Examinons, avec M. Zaborski, la racine d'une germination d'Arganier reproduite ci-dessus (fig. 6). Nous y trouvons la structure classique de la racine ; l'alternance des faisceaux ligneux et libériens. Il y a 4 paires de faisceaux alternants qui sont bientôt reliés par un cambium typique, donnant à l'appareil vasculaire une forme rectangulaire.

L'assise pilifère est légèrement incrustée. Les poils eux-mêmes sont courts, raides, situés à une grande distance de la pointe de la racine.



Fig. 6. — Cylindre central de racine d'une germination de 10 cm. (coupe faite sous le collet), d'après Zaborski.

Le tissu de l'écorce a de nombreux méats. Les laticifères abondent dans le liber et dans l'écorce.

Le péricycle est nettement visible et l'endoderme

très reconnaissable à ses épaississements des parois radiales. La moelle a ses parois légèrement lignifiées.

Dans une racine plus jeune, comme celle qui sort de la graine et reproduite dans la figure 7, on voit un cylindre central déjà nettement différencié. On y reconnaît aussi l'endoderme avec ses parois radiales légèrement subé-

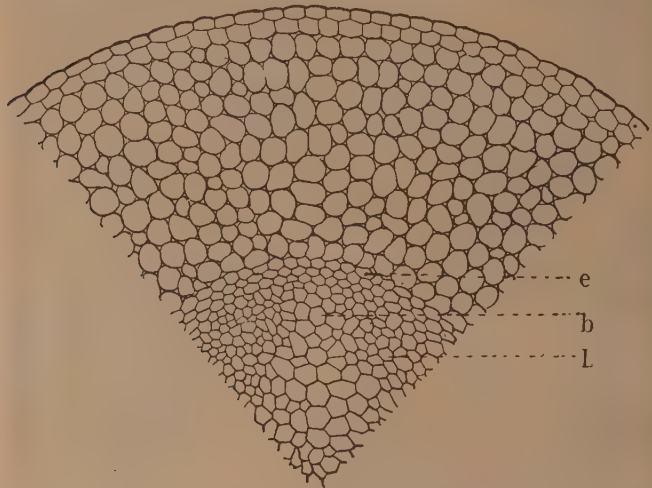


Fig. 7. — Très jeune racine complètement incluse dans la graine. Il n'y a pas encore de poils. L'endoderme (e) est nettement visible. Le liber (l) se dessine, mais le bois n'est pas encore formé. On le voit se différencier en (b).

rifiées et le péricycle. Parmi les éléments vasculaires, seules les plages libériennes sont ébauchées et reconnaissables. Les vaisseaux du bois ne sont pas encore formés ; ils se différencient entre les massifs libériens. La moelle est encore cellulosique ainsi que l'assise pilifère, dépourvue ici de poils.

L'absence de laticifère dans cette racine très jeune est intéressante à signaler.

Mais, examinons la racine de notre plantule à ses divers niveaux. Les coupes, au voisinage du collet,

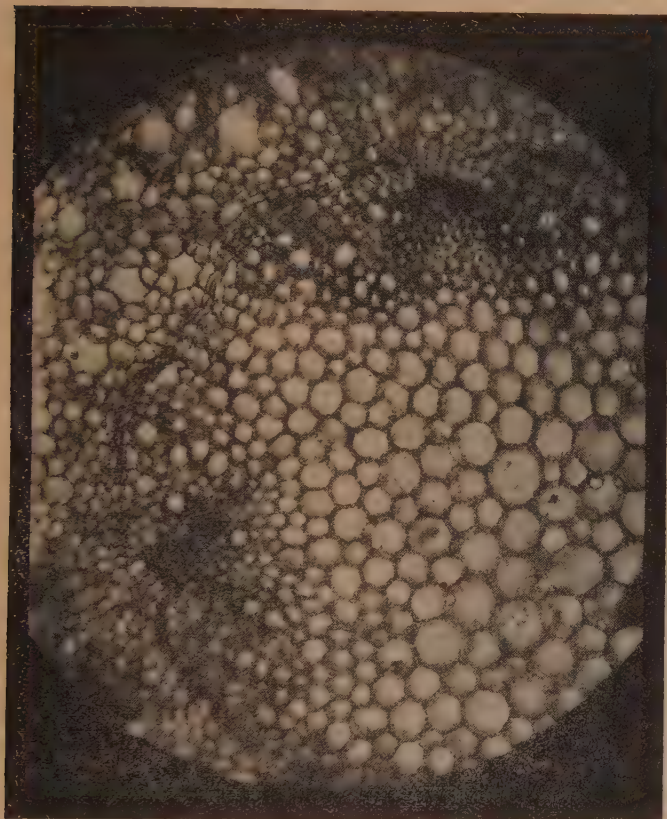


Fig. 8. — Base de l'hypocotyle d'une germination de 10 cm.
Les faisceaux ligneux sont écartés en V
(d'après Zaborski, inédit).

montrent la même disposition anatomique que celle reproduite dans notre figure 6. Une coupe de la base de l'hypocotyle, faite un peu au-dessus du collet, ne se

distingue pas de celle de la racine. Mais, dans l'hypocotyle, nous sommes dans la tige, c'est ce qui donne à cette structure un intérêt spécial. *L'hypocotyle possède, à sa base, la même structure que la racine* (fig. 8 à 14). Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les trois figures : 6, 8, 9.

Cependant, l'examen attentif (fig. 9) décèle des faisceaux ligneux plus ouverts ici que dans la racine. Ces faisceaux ont vaguement la forme d'un V, la pointe étant dirigée vers l'écorce. Ce stade correspond au début de la base intermédiaire de G. Chauveaud (1) et préparent l'avènement de la structure superposée de la tige, ainsi que nous allons le voir.

Des coupes dans l'hypocotyle faites à des niveaux supérieurs montrent la régression progressive des faisceaux ligneux, en même temps que du bois nouveau se différencie, grâce au fonctionnement du cambium (fig. 10).

Au voisinage des cotylédons, les faisceaux du bois que l'hypocotyle a hérité de la racine ont presque entièrement disparu (fig. 11 et 12). Leurs cellules sont écrasées et ne laissent qu'une traînée fixant énergiquement le vert d'iode du Carmino-vert.

Par contre, le bois d'origine cambiale se développe vigoureusement et s'est physiologiquement entièrement substitué au premier bois en attendant que celui-ci ait disparu morphologiquement, ce qui a lieu dans les coty-

1. CHAUVEAUD (G), L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. *Ann. Sc. nat. Bot.*, 13, 1911, 113-136.

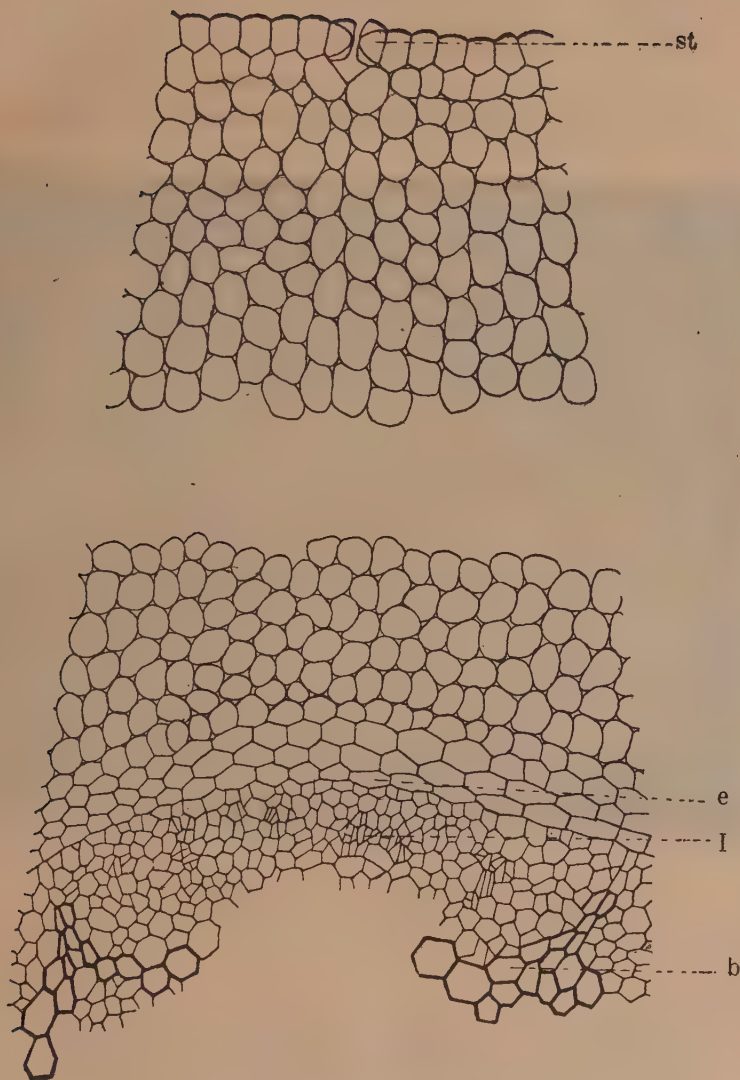


Fig. 9. — Hypocotyle d'*Argania*
montrant l'ouverture des faisceaux ligneux (b).
(l) Liber ; (e) endoderme ; (st) Stomates.

lédons. Dans les feuilles cotyledonaires la phase superposée classique de la tige est réalisée et il n'y a plus aucune trace des faisceaux alternes (fig. 13 et 14). C'est cette structure qui passera maintenant dans tous les organes



Fig. 10. — Hypocotyle au-dessus du collet, phase intermédiaire, germination de 10 cm.
Le bois cambial se forme et le premier bois se résorbe
(d'après Zaborski).

aériens ; dès leur naissance, ceux-ci possèdent maintenant cette structure superposée, ainsi que cela ressort des figures 15 et 16. Ces organes ont, d'emblée, leur structure définitive, autrement dit, leur développement est

tellement accéléré, qu'il est impossible d'y reconnaître la succession véritable des structures chez l'*Argania*. Celles ci ne s'observent que dans la plantule où l'évolution vasculaire est encore assez lente pour permettre



Fig. II. — Hypocotyle près des cotylédons.
Germination de 10 cm. (d'après Zaborski).

de saisir les étapes de la différenciation des vaisseaux.

On sait, depuis les recherches de G. Chauveaud, que le type de la structure de la racine est le plus ancestral que nous connaissons. Il était jadis généralisé, c'est-à-dire commun à tous les organes, aériens ou non, des plantes

connues aujourd'hui à l'état fossile (*Sphenophyllum*).
De nos jours, il existe encore, plus ou moins masqué
chez beaucoup de Cryptogames vasculaires.

Chez les Phanérogames, par contre, ce type primitif,



Fig. 12. — Hypocotyle sur les cotylédons.
Germination de 15 cm.

Le premier bois formant un V largement ouvert disparaît.
(d'après Zaborski).

a complètement disparu des organes aériens. Dans les
cas les plus favorables, on ne le trouve que pendant une
très courte période, au cours de la vie de la plantule.
Encore, G. Chauveaud a-t-il montré que toutes les plan-

tules des Phanérogames ne sont pas également propices à l'observation de ces phénomènes.

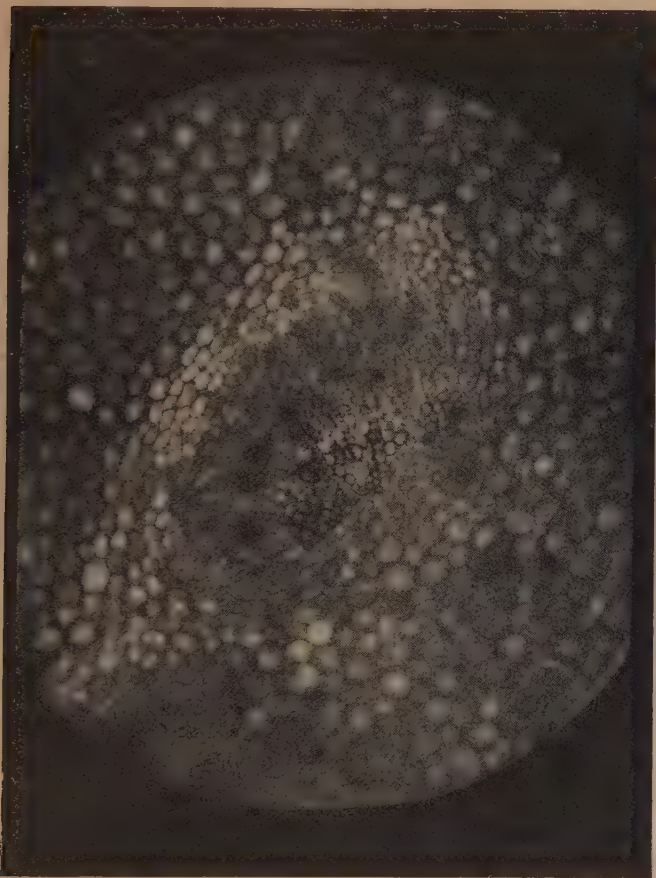


Fig. 13. — Cotylédons d'une jeune germination
encore incluse dans la graine.
La structure superposée est réalisée.

Quoi qu'il en soit, les végétaux actuels ont un appareil vasculaire à développement accéléré.

Les Phanérogames, au début de leur vie, répètent brièvement les phases essentielles, les diverses étapes de l'évolution dans le temps, de l'appareil vasculaire. Il



Fig. 14. — Structure superposée des cotylédons d'*Argania*.
(st) stomates; (e) endoderme; (l) liber; (b) bois.

est clair que, comme le dit G. Chauveaud, il ne saurait plus être question de la structure spécifique de la racine de la tige et de la feuille. Tous ces organes ont un appa-

reil vasculaire qui appartient au même type, au type fondamental de la racine.

L'étude de l'Arganier que nous venons de faire montre, une fois de plus, comment la structure de la tige dérive

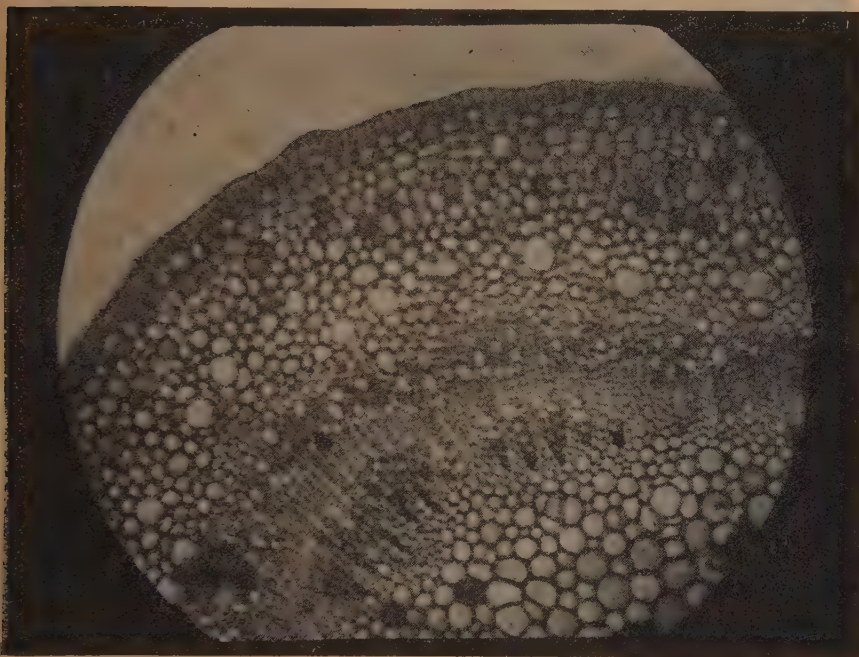


Fig. 15. — Très jeune rameau d'*Argania*.

de celle de la racine et comment le passage de la racine à la tige s'accomplit sans qu'on soit obligé d'avoir recours à des interprétations.

La figure 17 schématise l'évolution de l'appareil vasculaire dans le jeune Arganier.

On sait que ce point d'anatomie a été pendant très

longtemps controversé et est, en somme, resté obscur malgré les travaux d'éminents botanistes tels que Van Tieghem, Bonnier, etc., jusqu'à ce que G. Chauveaud

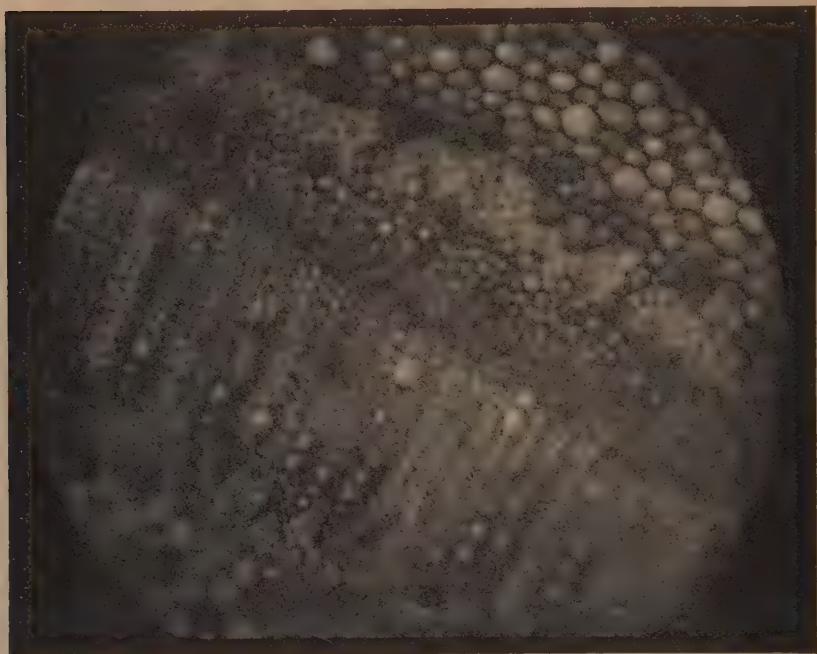


Fig. 16. — Rameau d'*Argania*, plus âgé que celui de la figure 15.

l'aît définitivement élucidé par une série de recherches très remarquables.

Les études de M. Zaborski, sur la structure de l'Arganier, confirment entièrement les résultats de G. Chauveau, en particulier en ce qui concerne ce point très délicat du passage de la racine à la tige.

2^o Structure des organes végétatifs de l'Arganier.

L'anatomie des organes aériens, rameaux et feuilles de l'Arganier a déjà été étudiée par M. Em. Perrot (1) ; il n'y a aucun fait nouveau à y apporter, aussi renvoyons-nous à ce travail.

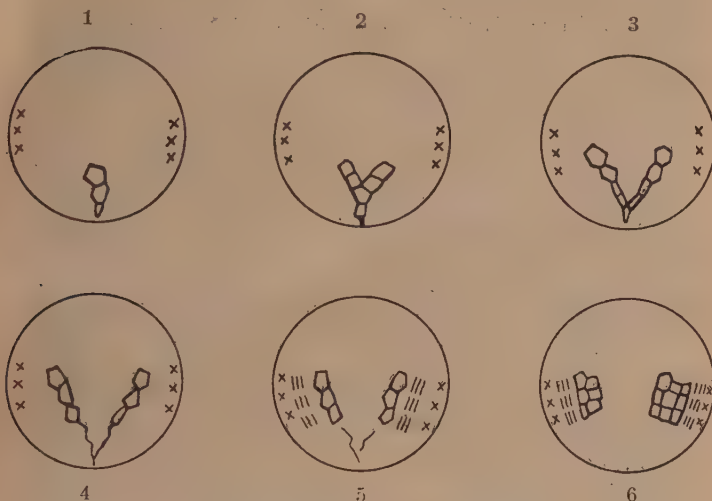


Fig. 17. — 1. Phase alternante de la racine. — 2. et 3. Phase alternante de la base de l'hypocotyle (phase intermédiaire). — 4. Phase intermédiaire typique avec résorption des vaisseaux alternes — 5 et 6. Phase superposée définitive de la tige, dans l'hypocotyle supérieur et les cotylédons. Les xxx indiquent le liber.

Les figures 15 et 16 montrent l'organisation anatomique des rameaux, la figure 18, celle d'une épine dont la valeur morphologique est également celle d'un rameau.

1. EM. PERROT, Le Karité, l'Argan et quelques autres Sapotacées à graines grasses de l'Afrique. *Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, fasc. 2, p. 134 et suiv. Paris, Challamel, 1907.

C. — STRUCTURE DU FRUIT ET DE LA GRAINE.

Le fruit de l'Arganier est bien connu (1), il a été décrit bien souvent, aussi ne reviendrons-nous pas sur les faits bien établis et relatés dans les traités de botanique. Cependant, à notre avis, on a tort de comparer le fruit de l'Arganier à une olive. Il n'en a que la forme, et vaguement encore et il serait assez difficile de justifier une pareille comparaison.

D'abord, le fruit de l'Arganier est sessile alors que l'olive est pédonculée, puis on remarque toujours à la base du fruit de la Sapotacée les restes du calice sous forme de 5 sépales scarieux. Ajoutons encore que dans l'olive c'est le péricarpe qui fournit l'huile, alors que dans le fruit de l'Arganier l'huile est localisée dans l'embryon et l'albumen. Ces caractères suffiraient déjà pour distinguer profondément le fruit de l'Arganier de celui de l'Olivier.

L'étude attentive du fruit confirme cette manière de voir.

En effet, si le fruit de l'Arganier a été bien souvent décrit, peu nombreux sont ceux qui l'ont étudié en détail. Hooker (2), et plus récemment MM. Cornu (3) et Engler (4) ont fourni les détails les plus intéressants.

Le péricarpe ne présente aucune particularité ; il est charnu et parfaitement comparable au péricarpe de

1. Il y a certainement un grand nombre de races horticoles de l'Arganier dont la sélection serait intéressante pour le pays.

2. HOOKER, *loc. cit.*

3. CORNU, *loc. cit.*

4. ENGLER, *loc. cit.*

l'olive. C'est la « graine » qui offre ces caractères spéciaux.



Fig. 18. — Epine-rameau d'*Argania*.

Ce qu'on appelle vulgairement la « graine » de l'Arganier est en réalité un complexe formé d'une ou plusieurs graines congrescentes entre elles, mais dans ce

complexe tous les ovules ne se développent que rarement, complètement, aussi ne rencontre-t-on habituellement qu'un ou deux embryons par « graine ». La graine de l'Arganier est une sorte de graine composée.

Mais cette « graine » est encore plus complexe. En effet, en la séparant du péricarpe charnu, on enlève un corps formé des graines et des parois ovariennes radiales.

La graine d'Arganier est donc composée de graines proprement dites, soudées entre elles grâce aux parois radiales de l'ovaire. Cette fusion est si intime que les graines ne peuvent plus être séparées.

En résumé, le fruit de l'Arganier est donc bien une baie, mais une baie spéciale et non une drupe ; il est en effet inexact que ces graines sont incluses dans une masse ligneuse très résistante formant un noyau comparable à celui d'une drupe. Cette masse dans laquelle sont incluses les graines n'est pas un endocarpe, mais bien le tégument propre de la graine composée.

Examinons une graine de ce complexe : le testa est extrêmement dur. Quand on casse la graine composée, il s'en va sous forme d'écailles et fait voir à sa face un réseau vasculaire parcheminé, très fin, de couleur rose ou brun-clair, situé par conséquent entre le testa et le tégument et qui envelopperait l'amande.

Ce réseau vasculaire a été comparé à un arille, c'est-à-dire à une excroissance du testa. Cette assimilation est peut-être douteuse. Quoi qu'il en soit, il a son origine dans la base de la colonne placentaire de l'ovaire et s'insinue entre le tégument et le testa.

La graine est albuminée.

La structure anatomique du fruit est connue. MM. Em. Perrot (1) et P. Jaccard (2) l'ont étudiée; le péricarpe charnu est composé d'un épiderme fortement épaissi et cutinisé, recouvrant une zone de cellules allongées tangentiellement avec des laticifères; puis vient la pulpe proprement dite, formée de cellules de grande taille avec de nombreux laticifères. Dans ce tissu circulent les vaisseaux ligneux et libériens. Il y a de nombreuses cellules à huile qui ressemblent à des canaux schizogènes, parce qu'elles sont entourées d'éléments plus petits, mais le traitement des coupes par le lacto-soudan ne laisse aucun doute sur la véritable nature de ces cellules. Vues en coupe longitudinale, on voit qu'elles sont disposées en piles plus ou moins longues (2 à 2 mm. 1/2 suivant P. Jaccard), la partie interne du péricarpe touche à la graine sclérifiée.

Le tégument de la graine est formé de cellules sclérifiées très épaisses, conférant à ce tissu une dureté exceptionnelle. On trouvera, dans l'étude de Cornu, tous les renseignements sur ce point ainsi que sur la structure anatomique de l'amande.

L'embryon et l'albumen sont gorgés d'huile.

1. EM. PERROT, *loc. cit.*, p. 142.

2. P. JACCARD, L'Arganier, Sapotacée oléogineuse du Maroc. *Pharmaceutica acta*, n° 11, 208.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE CHIMIQUE

CHAPITRE I

A. — Fruit.

Le poids des fruits mûrs fraîchement cueillis, varie de 6 à 12 grammes. Au cours de la dessiccation, ils perdent à peu près $\frac{1}{3}$ de leur poids et ne pèsent plus que de 4 à 9 gr.

Le péricarpe constitue la moitié du poids du fruit sec c'est-à-dire 2 gr. 50. L'amande elle-même a un poids variable, oscillant entre 0 gr. 25 et 0 gr. 45, donc du dixième au cinquième du poids de la pulpe ou tégument.

On peut dire que :

100 kgr. de fruits mûrs frais =	62 kgr. de fruits desséchés.
62 kgr. de fruits desséchés =	31 kgr. de pulpe et 31 kgr. de noix.
31 kgr. de noix donnent	3 kgr. d'amandes, 1 kgr. 600 à 1 kgr. 800 d'huile.
3 kgr. d'amandes donnent . .	2 kgr. à 2 kgr. 500 de tourteau
	eau comprise pour l'extraction.

Le pourcentage en huile, à partir des fruits frais, est donc de 1,60 à 1,80 %, et, par les procédés modernes, on peut obtenir un maximum de 2 %.

B. — Pulpe du fruit.

La pulpe du fruit contient une grande quantité de glucose, un peu de gutta, des matières colorantes, une huile essentielle, etc...

Nous résumons ici les résultats des différentes analyses que nous avons effectuées :

1^o *Humidité.* — Trois échantillons de *pulpe déjà sèche* ont été prélevés et mis dans une capsule tarée. On a desséché à l'étuve à 100° — 110°, jusqu'à poids constant et après refroidissement dans un dessiccateur on a effectué la pesée.

Perte de poids observée :

	Pulpe	Après dessiccation	Humidité
N ^o 1.....	5 gr.	4 gr.	1 gr.
N ^o 2.....	10 gr.	7 gr. 97	2 gr. 03
N ^o 3.....	20 gr.	15 gr. 95	4 gr. 05

soit 20 % d'eau.

Rapportée à la *pulpe fraîche*, cette teneur en eau atteindrait 53 %.

2^o *Dosage des cendres.* — Par incinération au four à moufle, la pulpe sèche laisse un résidu minéral assez élevé :

0 gr. 23 pour un 1^{er} essai effectué sur 5 gr.
0 gr. 456 — 2^e — 10 gr.

3° *Dosage des phosphates.* — 0 gr. 23 centigrammes de cendres furent dissous dans de l'eau acidulée par l'acide azotique. Le liquide fut décanté et le résidu lavé à plusieurs reprises à l'eau distillée. Les liqueurs réunies furent précipitées par le molybdate d'ammonium en excès. Après repos à une douce chaleur, le précipité, séparé par décantation fut lavé à plusieurs reprises avec une solution :

NO^3NH^4	15 gr.
NO^3H pur	10 cc.
Solution azotique de molybdate d'ammonium	10 cc.
Eau, Q. S. pour	100 cc.

Le précipité a été dissous dans l'ammoniaque au 1/4 et précipité par la mixture magnésienne à l'état de phosphate ammonio-magnésien. Celui-ci a été lavé, séché, puis incinéré. Le poids de phosphate de magnésium obtenu a été de : 0,008 soit en P^2O^5 .

$$\frac{142}{222} \times 0,008 = 0,00511$$

et, pour 100 :

$$0,00511 \times 2 \times 10 = 0,1022 \%$$

4° *Dosage des matières protéiques totales* (1). — Attaquer dans un ballon de Kjeldahl, 1 gramme de matière sèche par 25 cc. d'acide sulfurique et 1 goutte de mercure. Chauffer avec précaution. Au bout de 3 heures, la décoloration de la matière se produit. Transvaser le tout dans un ballon de Schloesing. Ajouter 100 cc. d'eau ; alcaliniser avec de la lessive de soude à

1. Marcel Boll et Paul Baud. *Mémento du Chimiste. Matières fourragères.* Paris, Dunod, 1928, p. 413.

30 %, ajouter 100 cc. de soude à 20 % et des rognures de zinc. Ajuster rapidement l'appareil à distillation et recueillir $\frac{2}{3}$ dans un vase conique contenant 50 cc. d'acide sulfurique N/10 en présence de phénol-phtaléine et titrer l'excès d'acide.

La différence entre le volume N d'acide sulfurique décínormal mis dans le vase conique et celui N' de la soude N/10 employée pour neutraliser l'excès d'acide, multipliée par 0,0014 donne le poids de l'azote, puis, par 6,25, on aura celui de la matière azotée.

1^{er} *essai* : Pulpe : 1 gr. $N - N' = 8$ cc. 9
 $8,9 \times 0,0014$, soit 0,0124 ; $0,0124 \times 6,25 = 0,0775$ pour 1 gr.
 7,75 % en matières azotées.
 2^e *essai* : Pulpe : 1 gr. $N - N' = 9$ cc.
 $9 \times 0,0014$, soit 0,0126 ; $0,0126 \times 6,25 = 0,0787$,
 7,87 % en matières azotées.

5^o *Dosage des matières albuminoïdes.* — Dans un ballon de 250 cc., porter à l'ébullition 10 cc. d'eau acidulée par 1 cc. d'acide acétique. Jeter dans le liquide bouillant 1 gr. de pulpe et maintenir à 100° pendant 10 minutes. Filtrer et laver.

Introduire le filtre dans un ballon de Kjeldahl et suivre la marche citée précédemment.

$N - N' = 7$ cc. 60 :
 $7,60 \times 0,0014$, soit 0,01064 ; $0,01064 \times 6,25 = 0,0665$
 et pour 100 = 6,65 %.

Un second *essai* nous a donné le même résultat.

6^o *Dosage de la cellulose.* — 10 gr. de pulpe sont placés dans une capsule avec 10 cc. d'acide chlorhy-

drique et 400 cc. d'eau. On fait bouillir une 1/2 heure en ajoutant de l'eau de temps en temps (les débris celluloseux se déposent au fond de la capsule). On décante le liquide surnageant à travers un tamis n° 200 et on ajoute encore 400 cc. d'eau dans la capsule. On fait bouillir et on décante de nouveau.

On remet dans la capsule les parties qui auraient pu être entraînées sur le tamis. On ajoute 400 gr. d'eau, 10 gr. de potasse caustique et l'on maintient l'ébullition pendant 30 minutes. Laisser reposer, décanner avec les mêmes précautions que ci-dessus, reprendre par 400 cc. d'eau, faire bouillir et décanner. Recueillir le résidu sur filtre taré qu'on lave à l'eau jusqu'à fin de réaction alcaline ; laver ensuite le filtre avec de l'acide chlorhydrique 1/20, puis avec de l'eau bouillante jusqu'à fin de réaction acide. On termine le lavage du filtre par l'alcool, on sèche et on pèse.

La masse trouvée est celle de la cellulose dans la prise d'essai.

Dans un premier essai (contrôlé par un second qui nous a donné le même résultat) nous avons trouvé un poids de 0,568, ce qui correspond à 5,68 % de cellulose.

7° *Dosage du glucose*. — La méthode que nous avons employée est la suivante :

50 gr. de pulpe desséchée ont été épuisés par l'alcool à 60° bouillant, par lixiviation, en présence de carbonate de calcium, afin d'éviter l'interversion possible du saccharose surtout à chaud, la pulpe ayant une réaction légèrement acide.

L'extract alcoolique, après distillation de l'alcool, a

été repris par l'eau thymolée (afin d'éviter les fermentations) ; la liqueur a été divisée en deux parties : la première a été déféquée par 1/10 d'une solution d'acétate neutre de plomb. Après filtration, les sucres réducteurs ont été dosés par la liqueur de Fehling.

Les dosages ont été faits à l'aide de la technique Causse-Bonnans, en présence de ferrocyanure de potassium à 3 % comme indicateur.

Nous avons trouvé, en tenant compte de notre dilution au 1/10 de la solution de Courtonne, soit :

Avant interversion :

Fruit vert	1 ^{er} essai	1,87
—	2 ^e —	1,27
Fruit mûr	1 ^{er} essai	5,38
—	2 ^e —	5,72
Fruit mûr desséché	1 ^{er} essai	7,25
—	2 ^e —	7,87

La deuxième solution a été intervertie par 1 cc. d'acide chlorhydrique. Après chauffage à 60° et au bout de quelques heures, on a déféqué comme il a été dit plus haut et on a titré par la liqueur de Fehling.

Après interversion, par l'acide chlorhydrique :

Fruit vert	1 ^{er} essai	3,37
—	2 ^e —	3,52
Fruit mûr	1 ^{er} essai	22,08
—	2 ^e —	20,92
Fruit mûr desséché	1 ^{er} essai	35,28
—	2 ^e —	36,52
—	3 ^e —	34,27

Nous voyons donc que la quantité de sucre réducteur va en augmentant avec la maturité et que le saccharose

se dédouble au cours de la végétation. D'ailleurs, le fruit, astringent au début, prend de plus en plus une saveur sucrée. La pulpe est donc riche en glucose. On comprend alors que les juifs indigènes préparent dans le Sous, principalement à Agadir, la *Mahia d'Argan* (eau-de-vie d'Argan) par fermentation de la pulpe puis distillation.

8° *Dosage des tanins et composés gallo-tanniques.* — Les tanins ont été dosés par la méthode de la fixation du tanin sur la corde de violon dégraissée, séchée et pesée.

La différence, avant le tannage et après 6 jours de contact, nous a donné les résultats suivants sur la poudre sèche. Les chiffres ont été rapportés à la pulpe fraîche des fruits, à divers états de maturité.

Fruit vert	5 %
Fruit mûr	3 %
Fruit desséché	1 à 1,5 %

Au fur et à mesure de la maturité, le tanin disparaît ; c'est là un fait qui avait déjà été signalé pour d'autres fruits par Gerber dans son étude sur la maturation des fruits charnus (1).

9° *Matière colorante de la pulpe.* — La pulpe contient une matière colorante jaune-rougeâtre. Nos connaissances ne nous permettent pas de l'identifier, mais nous pouvons noter différents caractères de cette matière.

1. Gerber, Sur la maturation des fruits charnus. *Th. Doct. Sc.* Paris, 1897.

L'extract hydro-alcoolique a été traité par l'acétate neutre de plomb, puis par l'hydrogène sulfuré. On a obtenu un précipité gélatineux qui, repris par l'alcool à 90° bouillant, a donné, par évaporation, une poudre composée de petits cristaux, visibles à l'œil nu, et d'une couleur, rouge-foncé, peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'eau bouillante, sans odeur ni saveur, insolubles dans l'éther, très solubles dans les lessives alcalines et reprécipités par les acides. Il s'agit peut-être de la Quercétine.

10° *Huile essentielle*. — La pulpe d'Argan contient une huile essentielle à odeur de noisette. Mais cette essence existe en si faible quantité qu'il ne fallait pas songer à l'extraire, aussi nous contenterons-nous de la signaler.

11° *Matières pectiques*. — La recherche des matières pectiques, par dissolution dans une solution de carbonate de soude et précipitation par l'alcool est restée négative.

12° *Matière guttoïde*. — L'Arganier étant une Sapotacée, il n'est pas étonnant que le fruit renferme de la gutta. M. Fleury (1) en traitant le péricarpe desséché par la benzine obtint 4 gr. 96 d'une substance transparente, à peine colorée et très adhérente aux doigts.

Nous avons également isolé cette substance en suivant la méthode employée par Yungfleish pour l'extraction de la gutta-percha.

1. Fleury (E.) En cas de disette d'huile, la France peut-elle compter sur celle d'Argan ? Réponse : Non. *Journ. Pharm. Chim.* [7], 22, 1920, 165-174.

La pulpe, desséchée à l'étuve (100 à 110°), a été épui-
sée pendant plusieurs jours au toluène, puis traitée par
leau alcoolisée pour précipiter les matières gommeuses.
Nous n'avons obtenu qu'un léger louche, ce qui indique
qu'il n'y avait presque pas de gomme. Le toluène a été
distillé et la substance liquide restante séchée à 100°,
ce qui nous a donné en gutta les résultats suivants :

Dans un premier essai sur 10 gr. de pulpe, 1,03 et
dans un second 1,09, ce qui correspond à 10,50 % et
10,90 % de la pulpe desséchée à 100° et à 12 et 13 %
de la pulpe séchée à l'air.

Cette matière se rapproche très nettement de la gutta-
percha ; elle se ramollit à 40°, devient très élastique de
63° à 70°. Elle est inattaquable par l'acide fluorhydrique
et peut parfaitement, en solution toluénique, coller le
caoutchouc.

Elle serait donc susceptible d'utilisation économique.

13° *Recherche d'une lipase.* — De la pulpe d'amande
chauffée à 110° et de la pulpe fraîche, non chauffée,
ont été mises en contact avec de l'huile dont l'acidité
était de 0,956 %. Après une semaine de contact, l'aci-
dité de l'huile est demeurée la même dans les deux
expériences. L'absence d'une lipase est donc démontrée.

Composition chimique de la pulpe d'argan.

	Fruit vert	Fruit mûr	Fruit mûr desséché
Humidité.....	33 à 35 %	34 à 36 %	20 à 21 %
Sucres réducteurs :			
Avant interversion ..	1 à 2 gr.	5 à 6 %	7 à 8 gr.
Après interversion ..	3 à 3 gr. 50	20 à 22 %	33 à 37 gr.
Tanin	5 %	3 %	1 à 1,50 %
Matières protéiques to- tales	—	—	7,75 à 7,87
Matières albuminoïdes ..	—	—	6,65
Phosphates en P^2O^5 ..	—	—	0,1022
Cellulose	—	—	5,68
Gutta-percha	—	—	12 à 13 %
Cendres	—	—	0,23
Déchets, pertes (indo- sés)	—	—	4 à 5 %

CHAPITRE II

GRAINE

A. — Huile d'Argan.

L'huile d'Argan est extraite, comme nous le savons, des amandes, ou, plus exactement, de l'embryon de l'Arganier. Les qualités des différentes huiles d'Argan varient suivant certaines conditions de fabrication.

L'huile devient âpre et mauvaise lorsque les amandes ont été laissées en tas pendant longtemps, à la chaleur et à l'humidité, par suite de négligence, ou dans l'intention de constituer un stock en vue d'un traitement par quantités importantes.

Cette huile est de très belle couleur jaune-clair quand on l'obtient immédiatement par concassage des noix ; bien préparée, elle n'est nullement acide et peut se conserver indéfiniment dans des flacons secs et bien bouchés.

Les huiles nord-africaines ont la réputation d'être rances et de mauvaise qualité : l'indigène est habitué à ce goût et n'y trouve aucun inconvénient.

A. — EXTRACTION DE L'HUILE

Le mode d'extraction de l'huile chez les Soussi (1) est particulièrement intéressant, car c'est celui qui donne les meilleurs résultats, au point de vue du prix



Fig. 19. — Grillage des amandes pour l'extraction de l'huile d'Argan.

de revient. Un kilo d'amandes donne, en suivant leur procédé, 500 à 550 gr. d'huile. Lorsque les noyaux sont cassés, cette méthode comporte quatre opérations :

1° La torréfaction des amandes ;

1. Habitants de la province du Sous.

2° Le broyage des amandes ;

3° La préparation et le malaxage de la pâte d'amandes ;

4° La décantation et la séparation de l'huile.

La *torréfaction* joue un rôle important, elle permet



Fig. 20. — Préparation de l'huile d'Argan.
Moulin indigène utilisé pour l'extraction.

la destruction de la saponine qui retient l'huile en émulsion dans le suc cellulaire, comme c'est le cas chez toutes les plantes qui ont à la fois de l'huile et des saponines, telles que le marron d'Inde. Elle facilite en même temps le broyage des amandes qui ont perdu leur eau et sont devenues plus friables.

Cette opération s'effectue à une douce chaleur, dans de grands plats en terre cuite, chauffés par des braises de bois, comme le montre la fig. 20. Les amandes sont remuées avec des spatules en bois, de façon à ce qu'elles ne soient pas carbonisées, et lorsqu'elles sont de couleur brunâtre, on passe à la seconde opération.

Le *broyage* consiste à écraser les amandes entre deux meules de pierre, la meule inférieure restant fixe et la meule supérieure tournant autour d'un axe. On la met en mouvement au moyen d'un piquet de bois placé dans un orifice pratiqué à sa partie supérieure. Le mouvement de rotation et le poids de la meule broient les amandes jusqu'à formation d'une pâte farineuse très fine (Fig. 21).

Une fois cette pâte préparée on commence le *mala-*
xage avec de petites proportions d'eau tiède, jusqu'à formation d'une pâte onctueuse et on continue à pétrir énergiquement. L'huile sort alors de la pâte, en gouttelettes, on la sépare petit à petit par décantation et on la recueille dans des jarres en terre.

La méthode d'extraction par solvants tels que : éther, sulfure de carbone, trichloroéthylène, donne un meilleur rendement, mais il est matériellement impossible de l'employer dans des pays où la main-d'œuvre expérimentée, les ustensiles modernes (étuves, appareils à épuisement et à distillation) sont inconnus.

L'indigène considère d'ailleurs l'extraction de l'huile d'Argan comme une distraction utile.

Nous avons étudié un certain nombre de ces huiles

provenant de toutes les régions productrices. Ce sont les résultats de ces analyses que nous allons exposer.

B. — CARACTÈRES PHYSIQUES DE L'HUILE

DENSITÉ. — Nous nous sommes servi de la balance hydrostatique (Balance de Mohr). Les poids placés sur le fléau donnant directement les poids spécifiques, nos constantes ont été exécutées à la température de $+25^{\circ}$ et $+26^{\circ}$, nous les avons corrigées et ramenées à la température de $+15^{\circ}$ par addition de 0,000629 par degré.

Les résultats sont les suivants :

Origine de l'huile	Indice
Souk-el-Arba	0,9169
Smimoun	0,9179
Agadir	0,9181
Chiadma	0,9179
Souk el Had	0,9179
Mogador	0,9180
Casablanca	0,9178
Marrakech	0,9173
Taroudant	0,9175
Casablanca	0,9195

Notre fabrication par procédé indigène :

1 ^o	0,918
2 ^o	0,9179

Par solvants :

1 ^o Ether	0,9175
2 ^o Sulfure de carbone	0,918

Ces chiffres sont identiques à ceux signalés par les auteurs qui se sont occupés également de cette huile :

S. Bernus (1)	0,9185
Moreau et Leulier (2)	0,917
Girardet (3) n° 1	0,9183
— (3) n° 2	0,9189
Milliau (4)	0,9185
Dürselent (5)	0,9188
Eder (6)	0,9186

C. — CARACTÈRES CHIMIQUES DE L'HUILE

1° INDICE DE SAPONIFICATION (Kœttstorfer).

Cet indice indique le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour saponifier 1 gr. d'acides gras libres ou éthérifiés.

Mode opératoire. — On pèse dans une capsule de porcelaine un poids X d'huile d'Argan que l'on verse dans un ballon à fond rond, taré. On verse alors dans ce dernier 25 cc. de potasse alcoolique titrée, correspondant à 22,60 cc. d'acide sulfurique normal.

Le ballon est relié à un réfrigérant ascendant et chauffé pendant une heure au bain-marie. Après évaporation de l'alcool, on verse 100 cc. d'eau distillée,

1. BERNUS (S.), Sur une huile marocaine : « l'huile d'Argan ». *Union pharmaceutique*, 58, 1917. 273-273.

2. MOREAU ET LEULIER, Les deux principes immédiats du fruit de l'Arganier: huile et glucoside. *Bull. Soc. Pharm.*, 25, 1918, 81-86.

3. GIRARDET, *Pharmaceutica Acta Helvetica* 2, 1927, n° 1.

4. MILLIAU, L'arganier (A. sideroxylon). *Agr. pr. des pays chauds*. Paris, 7, 1907, 75-78.

5. DÜRSELEN in SASSERATH E. A., Marokkanisches « Olivenöl ». *Zeit. für Untersuchung der Nahrungs und Genussmittel*, 20, 1910, 749-750.

6. EDER in P. JACCARD, L'Arganier, sapotacée oléagineuse du Maroc. *Pharmaceutica Acta Helvetica*, n° 11, 208.

chauffer jusqu'à dissolution du savon et titrer l'excès de potasse, en présence de phénol-phtaléine, avec l'acide sulfurique normal, jusqu'à décoloration complète.

$$\frac{(N - N') \times 0,056}{X} = \text{la quantité de potasse utilisée}$$

pour saponifier les acides gras, libres et combinés de l'huile. On exprime ce chiffre en milligrammes, il représente l'indice d'acidité.

Origine de l'huile	Indice
Souk el Arba	192
Snimoun	190
Agadir	189,88
Chiadma	189,20
Souk el Had	189,20
Mogador	190
Casablanca	189
Marrakech	191
Taroudant	191
Casablanca	191,60

Notre fabrication *par procédé indigène* :

1°	189,20
2°	189,20

Par solvants :

1° Ether	189,20
2° Sulfure de carbone	192,30

Les auteurs précédemment cités avaient trouvé des chiffres également voisins :

Bernus	190
Moreau et Leulier	190
Girardet n° 1	189,40
— n° 2	197
Dürselen	192,12
Eder	189,70

2° INDICE D'IODE (Hübl).

Mode opératoire. — On pèse dans une fiole une quantité X d'huile, on ajoute 20 cc. de chloroforme, puis 20 cc. d'une solution alcoolique d'iode à 5 % et 20 cc. d'une solution de bichlorure de mercure à 6 %. On laisse en contact 12 heures à l'obscurité. Au bout de ce temps, on verse 20 cc. d'une solution d'iodure de potassium, 100 cc. d'eau distillée et 2 à 3 cc. d'une solution d'empois d'amidon.

On titre l'excès d'iode par l'hyposulfite de soude. La différence entre les deux titres indique la quantité d'iode fixé sur les corps gras à fonction éthylénique.

La formule
$$\frac{N - N' \times 0,0127}{X}$$
 donne la quantité d'iode fixé sur un gramme de corps gras et correspond à l'indice d'iode.

Résultats :

Origine de l'huile	Indice
Souk et Arba	99
Smimoun	99,70
Agadir	100
Chiadma	102
Souk el Had	99,30
Mogador	100
Casablanca	99,50
Marrakech	99
Taroudant	99,70
Casablanca	108
Notre fabrication par le procédé indigène :	
1°	100
2°	99,70

Par solvants :

1° Ether	98,30
2° Sulfure de carbone	98

Nos chiffres sont un peu plus forts que ceux obtenus par nos devanciers :

Bernus	100,58
Moreau et Leulier	92
Girardet n° 1.....	95,95
— n° 2.....	95,19
Milliau	98,50
Dürselen	95,94
Eder	95,30

3° INDICE DE REICHERT-MEISSEL-VOLNY.

Cet indice indique le nombre de centimètres cubes de soude décinormale qu'il faut employer pour saturer les acides volatils solubles dans 5 gr. d'huile.

Mode opératoire. — Dans un ballon on pèse exactement 5 gr. d'huile d'Argan, 20 gr. de glycérine et 20 cc. de soude caustique à 50 %. On chauffe légèrement pour saponifier, et, au bout d'une heure, on ajoute 90 cc. d'eau bouillante et 50 cc. d'acide sulfurique dilué (25 cc. SO_4H_2 à 66° Baumé pour 100) pour décomposer le savon, on ajoute un peu de pierre ponce pulvérisée et on relie le ballon à un réfrigérant descendant. On distille lentement et on recueille 110 cc. Après agitation, on prélève 100 cc., on ajoute 0 cc. 50 de phtaléine du phénol à 1 % et on titre par une solution de soude décinormale.

Le nombre de centimètres cubes de soude employés augmenté de 1/10 représente l'indice de Reichert.

Résultats :

Origine de l'huile	Indice
Souk el Arba	1,54
Smimoun	1,65
Agadir	1,65
Chiadma	1,65
Souk el Had	1,65
Mogador	1,65
Casablanca	1,60
Marrakech	1,58
Taroudant	1,62
Casablanca	1,70
Notre fabrication par procédé indigène :	
1°	1,62
2°	1,62
Par solvants :	
1° Ether	1,65
2° Sulfure de carbone	1,65

Résultats antérieurs :

Bernus	
Moreau et Leulier	
Girardet n° 1.....	1,60
— n° 2.....	1,30
Dürselen	1,80

4° INDICE D'ACÉTYLE.

Cet indice indique la quantité de potasse, évaluée en milligrammes, correspondant à la quantité d'acétyle (CO O-CH^3) combinée à 1 gr. d'acides gras de l'huile d'Argan.

Mode opératoire. — On prépare les acides gras purs en faisant un savon au moyen de la potasse alcoolique

que l'on décompose par l'acide sulfurique, exactement comme il a été opéré pour l'indice de saponification. On chauffe au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras soient réunis à la partie supérieure, on décante sans entraîner la partie aqueuse et on filtre à chaud.

On introduit alors 10 gr. de corps gras dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, avec un volume égal d'anhydride acétique, on fait bouillir pendant 2 heures. Au bout de ce temps, on lave à l'eau chaude les acides gras acétylés, on les déshydrate par filtration dans une étuve à 100°, à travers un filtre sec.

On prélève 5 gr. d'acides gras acétylés qu'on neutralise exactement et on ajoute 20 cc. de potasse alcoolique. On fait bouillir puis on chasse l'alcool, on dissout le savon dans de l'eau et on ajoute exactement la quantité d'acide sulfurique correspondant à la potasse, soit 20 cc. et on chauffe au bain-marie. On filtre sur un filtre mouillé, on lave les acides gras à l'eau bouillante et on titre les liqueurs filtrées acides contenant l'acide sulfurique non entré en réaction avec la potasse N/10.

L'indice d'acétyle est égal au nombre de centimètres cubes de potasse employée, multipliée par 5,61 ; le nombre obtenu est divisé par la massé de la substance qui a servi à l'opération, soit :

$$\frac{1 \text{ cc.} \times 5,61}{5,02} = 0,004, \text{ et pour } 100 = 11.$$

Résultats :

Origine de l'huile	Indice
Souk et Arba	10
Smimoun	11

Chiadma	12
Souk el Had	11
Mogador	12
Casablanca	11
Marrakech	10
Taroudant	11
Casablanca	12

Notre fabrication *par procédé indigène* :

1°	12
2°	11

Par solvants :

1° Ether	11
2° Sulfure de carbone	11

Nos résultats sont très différents de ceux de Moreau et Leulier, de Girardet qui, seuls, ont fait les indices d'acétyle des huiles d'Argan :

Moreau et Leulier	43
Girardet n° 1	49,10
— n° 2	49,60

Cet indice est toujours très faible et permet de rechercher la falsification par l'huile de ricin qui a un indice d'acétyle très élevé, compris entre 149 et 154.

5° INDICE DE HEHNER.

C'est la quantité d'acides gras insolubles que l'on peut retirer de 100 gr. d'huile.

Mode opératoire. — On pèse 5 gr. d'huile d'Argan que l'on saponifie avec de la potasse alcoolique à 10 %. On évapore l'alcool et on dissout le savon dans de l'eau bouillante. On décompose le savon par de l'acide sulfurique dilué et l'on maintient au bain-marie jusqu'à

ce que les acides gras réunis à la surface soient limpides. Après refroidissement on décante, on lave les acides avec de l'eau chaude, on filtre sur filtre taré, on dessèche à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant et on pèse : on exprime le chiffre par rapport à 100 gr. d'huile.

Les chiffres obtenus sont les suivants :

Origine de l'huile	Indice
Souk el Arba	95,60
Smimoun	95,40
Agadir	95,70
Chiadma	95,50
Souk el Had	95,44
Mogador	95,40
Casablanca	95,38
Marrakech	95,60
Taroudant	95,40
Casablanca	95,32

Notre fabrication par procédé indigène :

1°	95,70
2°	95,60

Par solvants :

1° Ether	95,60
2° Sulfure de carbone	95,60

Ces résultats concordent avec les chiffres antérieurement obtenus :

Bernus	94,28
Moreau et Leulier	95
Girardet n° 1	88,70
— n° 2	88,80
Dürselen	95,60

6° INDICE DE CRISMER
OU TEMPÉRATURE CRITIQUE DE DISSOLUTION

Mode opératoire. — Dans un tube à essai, mettez 1 cc. d'huile d'Argan et 2 cc. d'alcool absolu. Fermez le tube par un bouchon donnant passage à un thermomètre dont le réservoir baigne dans le liquide.

Chauffez légèrement en agitant verticalement jusqu'au moment où le mélange d'huile et d'alcool devient limpide. Laissez refroidir lentement en continuant à agiter et notez la température dès que le mélange se trouble.

Origine de l'huile	Indice
Souk el Arba	69°
Smimoun	70°
Agadir	70°
Chiadma	69°
Souk el Had	70°
Mogador	70°
Casablanca	69°
Marrakech	69°
Taroudant	70°
Casablanca	71°
Notre fabrication <i>par procédé indigène</i> :	
1°	69°
2°	70°
<i>Par solvants</i> :	
1° Ether	69°
2° Sulfure de carbone	70°

7° INDICE D'ACIDITÉ.

Nous avons exprimé l'acide en acide oléique.

Mode opératoire. — Dans 10 cc. de chloroforme bien

neutre, dissolvez 10 gr. d'huile d'Argan. A la solution obtenue, ajoutez 10 cc. d'alcool à 90°, neutre. Titrez l'acidité du mélange au moyen de la soude N/10, en présence de phtaléine du phénol. Le nombre de centimètres cubes employé, multiplié par 0,282 donne l'acidité exprimée en acide oléique %.

Résultats :

Origine de l'huile	Indice
Souk el Arba	1,05
Smimoun	1,12
Agadir	1,16
Chiadma	0,97
Souk el Had	0,93
Mogador	1,12
Casablanca	1,07
Marrakech	1,07
Taroudant	1,12
Casablanca	1,42
Notre fabrication par procédé indigène :	
1°	0,87
2°	0,90
Par solvants :	
1° Ether	0,88
2° Sulfure de carbone	0,91

L'acidité de l'huile est excessivement variable suivant la provenance, aussi les chiffres obtenus par nous sur des huiles venant d'être préparées, sont-ils moins élevés que ceux obtenus par Bernus, Moreau et Leulier, etc..

Bernus	3,63
Moreau et Leulier	6,50
Girardet n° 1	1,02-1,14
— n° 2	4,36-9,15
Dürselen	1,18
Eder	1,33

8° ESSAI DE MAUMENÉ
OU TEMPÉRATURE SPÉCIFIQUE DE RÉACTION

Mode opératoire. — Nous avons pris 50 gr. d'huile que nous avons introduits dans un gros tube, et, avec un thermomètre qui nous a servi d'agitateur, nous avons pris la température de l'huile qui était de $+ 23^{\circ}$. Nous avons ajouté à l'huile 10 cc. d'acide sulfurique à 66° Baumé et nous avons noté la température la plus élevée du mélange, qui était de 75° . La différence était de 52° :

$$75^{\circ} - 23 = 52^{\circ}$$

D'un autre côté, nous avons pris 50 gr. d'eau distillée qui avait la même température initiale que l'huile, soit 23° . Nous avons ajouté 10 cc. d'acide sulfurique à 65° Baumé et nous avons noté la température du mélange, soit 63° . Différence = 40° :

$$63^{\circ} - 23^{\circ} = 40^{\circ}.$$

Le degré spécifique de réaction est donc :

$$\frac{100 \times 52}{40} = 130.$$

Les résultats obtenus pour les huiles de différentes provenances sont les suivants :

Souk el Arba	128
Smimoun	130
Agadir	130
Chiadma	130
Souk el Had	128
Mogador	129
Casablanca	130

Marrakech	130
Taroudant	128
Casablanca	131

Notre fabrication par procédé indigène :

1°	129
2°	129

Par solvants :

1° Ether	128
2° Sulfure de carbone	128

Simon Bernus, Moreau et Leulier n'ont donné que l'échauffement sulfurique, le premier indique + 39° et les seconds + 44°.

9° POINTS DE CONGÉLATION ET DE FUSION.

Mode opératoire. — Dans un tube à essai nous avons mis 10 cc. d'huile d'Argan, et, au milieu, avons plongé un thermomètre maintenu par un bouchon en liège fermant le tube.

Nous avons mis le tout dans un mélange de glace pilée : 2 parties et chlorure de sodium : 1 partie.

Quand l'huile a été suffisamment congelée, nous avons noté les températures suivantes :

Souk el Arba	— 10°
Smimoun	— 11°
Agadir	— 11°
Chiadma	— 11°
Souk el Had	— 11°
Mogador	— 11°
Casablanca	— 10°
Marrakech	— 11°
Taroudant	— 11°
Casablanca	— 11°

Notre fabrication par procédé indigène :

1 ^o	— 10°5
2 ^o	— 10°5

Par solvants :

1 ^o Ether	— 11°
2 ^o Sulfure de carbone	— 11°

Les résultats antérieurs sont un peu différents, ce qui s'explique par la difficulté que l'on a d'apprécier la congélation de l'huile.

Bernus	— 17°
Moreau et Leulier	— 4° — 5
Girardet.....	— 10°

Le *point de fusion* de l'huile congelée a été pris au moment où l'huile commençait à se liquéfier. Nous avons noté les températures suivantes :

Souk el Arba	— 8°
Smimoun	— 8°
Agadir	— 8°
Chiadma	— 7°
Souk el Had	— 8°
Mogador	— 8°
Casablanca	— 7°
Marrakech	— 8°
Taroudant	— 8°
Casablanca	— 9°

Notre fabrication par procédé indigène :

1 ^o	— 8°5
2 ^o	— 8°5

Par solvants :

1 ^o Ether	— 8°
2 ^o Sulfure de carbone	— 8°

10° INDICE DE RÉFRACTION.

Nous nous sommes servi du réfractomètre Abbé.
Les indices ont été notés à + 15° ; les résultats ont été les mêmes, soit :

Souk el Arba	1,4711
Smimoun	1,4711
Agadir	1,4711
Chiadma	1,4711
Souk el Had	1,4711
Mogador	1,4711
Casablanca	1,4711
Marrakech	1,4711
Taroudant	1,4711
Casablanca	1,4712

Notre fabrication par procédé indigène :

1°	1,4711
2°	1,4711

Par solvants :

1° Ether	1,4711
2° Sulfure de carbone.....	1,4711

Les auteurs qui s'étaient occupés des caractères de l'huile d'Argan ont donné les chiffres suivants.

Bernus.....	à + 22° = 1,4691
Moreau et Leulier	à + 15° = 1,4722

D. — RÉACTIONS DIVERSES DE L'HUILE D'ARGAN.

Un certain nombre de réactions colorées ou de réactions spécifiques nous permettront, en plus des constantes physiques et chimiques, de caractériser une huile d'Argan pure : cette huile étant en effet d'un prix élevé est déjà l'objet de falsifications.

Nous avons tout d'abord étudié les réactions colorées données par les méthodes de Cailletet et de Massié.

1° ESSAIS CAILLETET (acide sulfurique et acide azotique. Technique indiquée par Villiers) :

1° *Essai à 19°*. Huile : coloration brun clair. Acides gras : incolores.

2° *Essai à 10 à 12°*. Huile : marron rougeâtre clair.

3° *Troisième essai*. Mousse volumineuse de couleur paille et qui s'affaisse rapidement. L'huile ne se sépare pas.

2° ESSAIS MASSIE (acide azotique à 40° Baumé et mercure métallique) :

1^{er} *essai* (après 2 minutes), huile : coloration rouge-brunâtre. Acides gras : incolore.

2° *essai*. Huile : coloration marron rougeâtre clair. Acides gras : incolore.

3° *essai* (après une demi-heure), l'huile est de la consistance du miel, couleur jaune orange.

3° ESSAI DE BAUDOUIN (HCl et sucre candi). — Pas de coloration.

4° ESSAI DE VILLAVECCHIA ET FABRIS (HCl et furfurol). — Pas de coloration rouge.

Ces deux essais étant négatifs permettent de caractériser l'huile de sésame ajoutée à l'huile d'Argan.

5° ESSAI DE BLAREZ (potasse alcoolique). — Donne un précipité. Nous verrons en effet que l'huile d'Argan renferme de l'acide arachidique.

6° ESSAI D'HALPHEN (sulfure de carbone saturé de S et alcool amylique). — Pas de coloration. La réaction d'Hal-

phen étant négative avec l'huile d'Argan et le *nitrate d'argent* ne donnant pas de réduction, on peut rechercher la falsification par l'huile de coton qui donne des réactions positives.

7° ESSAI DE WILLMANS (solution de phosphomolybdate de soude et acide azotique). Coloration verte virant au bleu par addition d'ammoniaque. C'est une réaction caractéristique des huiles de graines.

8° RÉACTIONS COLORÉES DONNÉES PAR LES ACIDES.

a) *Acide nitrique* : coloration rouge intense persistant plus d'une heure.

b) *Acide chlorhydrique* : pas de coloration immédiate. Au bout de quelques heures, coloration brunâtre et charbonneuse.

c) *Acide sulfurique* : coloration rouge intense.

d) *Réaction de Behrens* (NO^3H et SO^4H^2) coloration rouge, devenant rouge-brunâtre, puis brun-foncé.

e) *Réaction de Béllier* (NO^3H et benzine résorcinée) : teinte rouge légèrement violacée, persistant un quart d'heure.

En combinant ces différentes réactions avec les constantes de l'huile, on peut facilement déceler les falsifications de l'huile d'Argan.

E.—CARACTÈRES ANALYTIQUES D'UNE HUILE PRÉPARÉE PAR NOUS SELON LA MÉTHODE INDIGÈNE ET DES HUILES PRÉPARÉES PAR EXTRACTION A L'AIDE D'UN SOLVANT

Dans les tableaux précédents, nous avons fait figurer les constantes d'une huile préparée par nous même,

suivant la méthode indigène et d'une huile extraite au moyen d'un solvant. En réalité, nous n'avons préparé ces huiles qu'après toutes nos analyses terminées, comme une sorte de moyen de contrôle.

Grâce à l'obligeance de M. Gibert, pharmacien à Mogador, qui nous a procuré un moulin en pierre authentique, pour la mouture des amandes d'Argan, nous avons pu nous livrer à cette opération en nous faisant aider par un indigène Chleuh, expert en la matière. Les indigènes ont une grande expérience dans leur mode d'extraction de l'huile d'Argan et nous n'avons pas pu atteindre leur pourcentage.

L'huile que nous avons extraite était sale, nous l'avons lavée, et, après l'avoir décantée, nous avons obtenu une huile d'une belle couleur jaune clair, que nous avons analysée.

La saveur de l'huile est très agréable, d'un goût d'huile de noisettes.

Le premier traitement d'un kilogramme d'amandes nous a donné 475 gr. d'huile pure.

Le deuxième traitement nous en a donné 480 gr.

Les indigènes obtiennent 500 gr. et même plus, d'huile par kgr. d'amandes.

Nous avons également préparé une huile par extraction à l'éther.

Les amandes sont pilées, épuisées par de l'éther officinal; la solution éthérée est distillée avec les précautions d'usage et l'évaporation est terminée au bain-marie puis on filtre.

Nous avons opéré de la même façon avec le sulfure de carbone.

Les analyses de ces huiles ont été faites immédiatement après la préparation, et l'on peut constater, par les chiffres obtenus, qu'elles diffèrent bien peu des huiles préparées dans le Sous.

	Premier traitement	Deuxième traitement	Par l'éther	Par le sulfure de carbone
Densité	0,918	0,9179	0,9175	0,918
Indice :				
de saponification ..	189,20	189,20	192	192,30
d'iode	100	99,70	98,30	98
de Reichert	1,62	1,62	1,65	1,65
d'acétyle	12	12	11	11
de Hehner	95,70	95,60	95,60	95,60
de Crismer	69°	70°	69°	70°
d'acidité (ex primé en acide oléique) %	0,87	0,90	0,88	0,91
Essai de Maumené..	129	129	128	128
Point de solidifica- tion	—10,50	—10,50	—11°	—11°
Point de fusion (hui- le congelée)	— 8°50	— 8°5	— 8°5	— 8°5
Indice de réfraction.	1,4711	1,4711	1,4711	1,4711
Acide linoléique %	1,33	1,32	1,35	1,35

Pour étudier l'influence de l'air et de la lumière sur les constantes de ces huiles, nous les avons conservées de différentes façons.

Les flacons renfermant l'huile ont été conservés à la lumière, mais, dans un cas, les flacons *non bouchés* étaient agités chaque matin, et, dans l'autre, les flacons étaient bouchés et laissés au repos.

Les analyses ont été faites au bout de deux mois et 4 mois de conservation :

I. — HUILE INDIGÈNE

A) Flacon conservé à la lumière directe, non bouché et agité chaque matin.

B) Flacon conservé à la lumière directe, bouché et laissé au repos.

	Avant	2 mois après		4 mois après	
	Jaune clair	Jaune légèrement clair		Jaune très clair	
		A	B	A	B
Densité à 15°	0,918	0,919	0,918	0,921	0,918
Acidité en acide oléique % ..	0,87	0,92	0,88	0,95	0,88
Indice de saponification ..	189,20	189,70	189,20	190	189,30
Indice d'iode	100	99,70	100	99,70	100
Essai de Maumené	129	132	130	135	131

II. — HUILE PAR EXTRACTION A L'ÉTHÉR

A) Flacon conservé à la lumière directe, non bouché et agité chaque matin.

B) Flacon conservé à la lumière directe bouché, et laissé au repos.

	Avant	2 mois après		4 mois après	
	Jaune clair	Jaune légèrement clair		Jaune très clair	
		A	B	A	B
Densité à 15°	0,9175	0,918	0,9175	0,918	0,9175
Acidité en acide oléique % ..	0,88	0,92	0,89	0,94	0,89
Indice de saponification ..	192	192,3	192,20	192,5	192,20
Indice d'iode	98,30	98	98,10	98	98,10
Essai de Maumené	128	132	130	135	131

En résumé, les constantes de ces huiles ont bien peu changé au bout de 4 mois, seule l'acidité a varié légèrement et il n'y a là rien qui puisse nous surprendre. Si d'autres auteurs ont obtenu des chiffres un peu plus élevés ou différents, c'est qu'ils ont opéré sur des huiles plus vieilles.

On peut donc prendre comme constantes des huiles d'Argan les chiffres que nous avons obtenus dans l'analyse des huiles préparées spécialement par nous.

Le tableau suivant résume tous les résultats obtenus dans nos essais sur les huiles de diverses provenances et sur les huiles de notre fabrication. Nous donnons également, pour comparaison, les chiffres obtenus par ceux qui, avant nous, se sont occupés de l'huile d'Argan.

Nous pourrions remarquer que les différentes constantes, physique et chimique, des huiles prélevées dans les différents souks et villes sont très voisines. Une seule huile fait exception : c'est celle achetée à Casablanca ; ses constantes varient légèrement, mais nous croyons qu'il s'agissait d'une huile vieillie plutôt que falsifiée.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES CARACTÈRES

Provenance	Densité à + 15°	Indice de saponi- fication	Indice d'iode	Indice de Reichert	Indice d'Acétyl
1. Souk el Arba	0,9169	192	99	1,54	10
2. Smimoun	0,9179	190	99,70	1,65	11
3. Agadir	0,9181	189,38	100	1,65	12
4. Chiadma	0,9179	189,20	102	1,65	11
5. Souk el Had	0,9179	189,20	99,30	1,65	11
6. Mogador	0,9180	190	100	1,65	12
7. Casablanca	0,9178	189	99,50	1,60	11
8. Marrakech	0,9173	191	99	1,58	10
9. Taroudant	0,9175	191	99,70	1,62	11
10. Casablanca	0,9195	191,60	108	1,70	12
<i>Huiles préparées par nous :</i>					
11. Procédé indigène	0,918	189,20	100	1,62	12
12. —	0,9179	189,20	99,70	1,62	11
<i>Par solvants :</i>					
13. Ether éthylique	0,9175	192	98,30	1,65	11
14. Sulfure de carbone	0,918	192,30	98	1,65	11
<i>Résultats de nos prédécesseurs :</i>					
Bernus	0,9185	190	100,50	—	—
Moreau et Leulier	0,917	190	92	—	43
Girardet (n° 1)	0,9183	189,40	95,95	1,60	49,10
— (n° 2)	0,9189	197	95,19	1,30	49,60
Milliau	0,9185	—	98,50	—	—
Dürselen	0,9188	192,12	95,94	1,80	—
Eder	0,9186	189,70	95,30	—	—

PHYSICO-CHIMIQUES DE L'HUILE D'ARGAN

Indice de Rehner	Indice de Crismer	Indice d'acidité en acide oléique	Essai de Maumené	Point de solidification	Point de fusion de l'huile congelée	Indice de réfraction 15°	Acide linoléique	
5,60	69°	1,05	128	— 10°	— 8°	1,4711	1,34	
5,40	70°	1,12	130	— 11°	— 8°	1,4711	1,38	
5,70	70°	1,16	130	— 11°	— 8°	1,4711	1,38	
5,50	69°	0,97	130	— 11°	— 7°	1,4711	1,33	
5,44	70°	0,93	128	— 11°	— 8°	1,4711	1,33	
5,40	70°	1,12	129	— 11°	— 8°	1,4711	1,38	
5,38	69°	1,07	130	— 11°	— 8°	1,4711	1,38	
5,60	69°	1,07	130	— 11°	— 8°	1,4711	1,38	
5,40	70°	1,12	128	— 11°	— 8°	1,4711	1,37	
5,32	71°	1,42	131	— 11°5	— 9°	1,4712	1,42	
5,70	69°	0,87	129	— 10°5	— 8°5	1,4711	1,33	
5,60	70°	0,90	129	— 10°5	— 8°5	1,4711	1,32	
5,60	69°	0,88	128	— 11°	— 8°	1,4711	1,35	
5,60	70°	0,91	128	— 11°	— 8°	1,4711	1,35	
94,28	—	3,63	+ 39	échauffement sulfurique. — 4° à 5° —	+ 17°	+ 22°	1,4691	—
95,00	—	6,50	+ 44		+ 15°	1,4722	3,25	
88,70	—	1,02 à 1,14	—	— 10°	—	—	—	
88,80	—	1,36 à 1,45	—	— 10°	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
95,60	—	1,18	—	—	—	—	—	
—	—	1,33	—	—	—	—	—	

CHAPITRE III

Composition chimique. qualitative et quantitative des glycérides de l'huile d'Argan.

Il était intéressant de connaître la nature des glycérides constituant l'huile d'Argan, en isolant les divers acides gras : saturés et non saturés.

Nous avons employé la technique indiquée par Halphen (1) dérivant des travaux d'Hazura.

La méthode de David (2) pour la séparation des acides, solides et liquides, à l'ammoniaque à 14°, ne nous a pas donné de résultats satisfaisants.

Nous avons donc saponifié 50 gr. d'huile d'Argan préparée par extraction à l'éther et nous avons dissous le savon dans l'eau ; après neutralisation par l'acide acétique, nous l'avons décomposée par une solution aqueuse d'acétate neutre de plomb. Le savon de plomb insoluble a été traité par l'éther qui a dissous la plus grande partie des sels plombiques des acides non saturés.

La solution étherée filtrée, après agitation avec de

1. Halphen, *Manuel pratique d'analyses chimiques* : Huiles et graisses végétales, Librairie Béranger. Paris, 1912, p. 186-188.

2. David, Méthode d'analyse des corps gras par séparation des acides gras concrets d'avec les acides liquides. *C. R. Acad. Sc.*, 151, 1901, 756.

l'acide sulfurique étendu, abandonne du sulfate de plomb et ne retient finalement en solution que les acides gras non saturés. Nous les avons séparés du solvant en distillant celui-ci.

A 30 gr. de ces produits, nous avons ajouté 36 cc. de lessive de potasse caustique de densité 1,27, nous avons étendu à 2 litres d'eau, puis nous avons ajouté par petites portions à la fois, très lentement et en remuant sans cesse, deux litres de solution de permanganate de potassium à 1,5 % de ce sel.

La liqueur s'est colorée d'abord en vert foncé, puis le peroxyde de manganèse s'est déposé et le mélange a été filtré après 12 heures de repos.

La partie liquide renfermait les sels alcalins des acides hydroxylés.

Nous avons alors décomposé ces sels par l'acide sulfurique étendu afin de mettre les acides gras en liberté. Ils se sont séparés sous forme d'un précipité blanc, floconneux, que nous avons recueilli, lavé et desséché sur des plaques en porcelaine, tandis que nous avons conservé le liquide filtré (A).

Pour effectuer la séparation des éléments constituants du précipité, nous avons transformé les acides en sels barytiques insolubles, par l'hydrate de baryte en solution et nous avons épuisé par l'eau bouillante.

Nous avons décomposé le sel insoluble par l'acide chlorhydrique étendu. L'acide séparé a été séché à l'air et repris à plusieurs reprises par beaucoup d'éther froid. Ce dissolvant a entraîné, avec l'acide linoléique non oxydé, l'acide dioxystéarique $C^{18}H^{34}O^2(OH)^2$, fondant à 137°.

Il n'est point resté de résidu par l'extraction à l'éther, par conséquent il n'y avait pas d'acide sativique $C^{18}H^{32}O^2(OH)^4$.

Nous avons donc, dans la portion de sels barytiques insolubles dans l'eau, deux acides qui sont entraînés par l'éther : l'acide dioxystéarique, qui correspond à l'acide oléique hydroxylé, puis l'acide linoléique.

Nous avons concentré la dissolution des sels de baryum solubles, puis nous l'avons traitée par l'acide chlorhydrique pour en isoler les acides qui peuvent consister en un mélange d'acide linusique $C^{18}H^{30}O^2(OH)^6$ et isolinusique $C^{18}H^{30}O^2(OH)^6$. Le tout a été soluble dans l'alcool. Nous avons conclu à la présence de l'acide isolinusique $C^{18}H^{30}O^2(OH)^6$ qui correspond à l'acide isolinolénique hydroxylé.

La solution aqueuse (A) a été neutralisée par la potasse et concentrée à 300 cc., puis acidulée par l'acide sulfurique étendu. Il s'en est séparé des acides gras d'une odeur désagréable, recueillis sur un filtre et séchés à l'air. Après quoi, le tout a été extrait par l'éther. On a pu ainsi caractériser l'acide azélaïque, lequel provient de la destruction moléculaire de l'acide linoléique.

La plus grande partie des acides gras est donc constituée par un mélange de sels barytiques, solubles dans l'éther et correspondant à l'acide oléique et linoléique.

Nous avons déterminé la proportion de ces deux acides par le dosage de l'acide linoléique.

1^o Dosage de l'acide linoléique (Méthode Farnstei-

ner). — Nous avons dissous 1 gr. d'acides gras liquides extraits de l'huile d'Argan, dans 20 cc. d'éther de pétrole. Nous y avons introduit 20 cc. d'une solution de brome à 5 % et nous avons laissé en contact pendant la nuit. Le lendemain, nous avons refroidi le mélange à 0° au moyen de la glace en maintenant cette température pendant 4 heures.

Nous avons filtré, lavé avec de l'éther de pétrole également refroidi, et nous avons fait cristalliser une seconde fois dans l'éther de pétrole. Pour détacher les cristaux restant sur le filtre ou sur les parois du vase, nous avons employé de petites quantités d'éther sulfurique dans lequel l'acide tétrabromé est insoluble. En évaporant le solvant dans un vase taré, nous avons trouvé 1,34 % de cet acide.

Toutes les huiles examinées nous ont donné des chiffres comparables :

Souk el Arba	1,34
Smimoun	1,38
Agadir	1,38
Chiadma	1,33
Souk el Had	1,33
Mogador	1,38
Casablanca	1,38
Marrakech	1,38
Taroudant	1,37
Casablanca	1,42

Notre fabrication *par procédé indigène* :

1°	1,33
2°	1,32

Par solvants :

1° à l'éther	1,35
2° au sulfure de carbone	1,35

Moreau et Leulier avaient obtenu un chiffre notablement supérieur, correspondant à 3,25 % d'acide linoléique.

2° *Dosage de l'acide arachidique.* — La réaction de Blarez ayant décelé l'acide arachidique, nous avons pensé à le séparer et à le doser par la méthode Bellier (1).

Nous avons opéré sur 20 gr. d'huile que nous avons saponifiée par 100 cc. d'une solution alcoolique de potasse à 85 gr. par litre et que nous avons neutralisée ensuite par addition d'acide acétique aqueux, saturant exactement les 100 cc. de potasse.

Nous avons obtenu ainsi une solution d'acétate de potassium et des acides gras de l'huile dans l'alcool à 70°. Nous avons refroidi rapidement, nous avons laissé déposer le mélange une heure et nous avons jeté sur un grand filtre, sans plis.

Lorsque tout le liquide a été écoulé, nous avons lavé avec de l'alcool à 70° contenant 1 % d'acide chlorhydrique, en prenant soin de bien diviser le précipité avec un fil de platine recourbé, à chaque affusion d'alcool. Le lavage a été poursuivi jusqu'à ce que le liquide qui, s'écoulant, ne se trouble plus sensiblement en l'étendant d'eau. Ce lavage était effectué avec un liquide dont la température était comprise entre 15° et 20° ; au-dessous de 15°, ce lavage serait trop long, au-dessus de 20°, on risquerait de dissoudre l'acide arachidique.

Les acides insolubles ont été purifiés par cristallisa-

1. Bellier, Recherche et dosage de l'huile d'Arachide dans les huiles comestibles. *Ann. Chim. anal.* 4, 1899, 4-9.

tion dans l'alcool à 70°. A cet effet, on a versé sur le filtre, et en plusieurs fois pour bien le laver, 100 cc. d'alcool à 95°. On a ajouté à la solution alcoolique 30 cc. d'eau de façon à ramener le degré alcoolique à 70° environ. On a laissé refroidir dans l'eau à 20°, pendant une heure.

L'acide arachidique fut séparé, recueilli sur un filtre bien sec et taré. Nous avons lavé à l'alcool à 70° jusqu'à ce que l'alcool écoulé reste limpide par addition d'eau. Nous avons séché à 100° à l'étuve et nous avons pesé 0,064 pour la prise d'essai de 20 gr., ce qui correspond à un poids très faible d'acide arachidique de 0,32 %.

Ayant opéré avec une très grande exactitude pour effectuer toutes nos séparations en évitant les pertes, nous pouvons donner un aperçu de la composition de l'huile d'Argan.

Les acides gras liquides et non saturés existeraient en forte proportion dans cette huile, soit 83,68 %.

Le dosage de l'acide linoléique, par la méthode de Farnsteiner nous ayant fourni 1,35, il y aurait donc 82,33 % d'acide dioxystéarique, correspondant à 73,47 d'acide oléique.

La quantité d'acide isolinusique est faible à 0,45 % ; il en est de même pour l'acide azélaïque : 0,30 %.

Les acides gras saturés sont surtout constitués par l'acide palmitique et stéarique, avec une faible quantité d'acide arachidique, 0,32 %, déterminée par la méthode Bellier.

La composition de 100 gr. d'acides gras de l'huile d'Argan se traduirait approximativement de la façon suivante :

Acide oléique	73,47 %
— linoléique	1,35 %
— linolénique	traces
— arachidique	0,32 %
— palmitique et stéarique (environ).	25 %

CHAPITRE IV

EMPLOI DE L'HUILE D'ARGAN ET DES RÉSIDUS (TOURTEAUX) DE LA PRÉPARATION DE L'HUILE

L'huile d'Argan est une huile alimentaire, employée presque exclusivement au Maroc.

L'huile d'Argan jouit d'ailleurs de la réputation d'une huile mauvaise, rance, désagréable. Ces mauvaises qualités sont dues uniquement à ce que les indigènes ne prennent aucun soin au cours de la fabrication ni pour la conservation. En particulier, l'huile est conservée dans des récipients ayant servi à n'importe quel produit, sans avoir été préalablement lavés avec soin ; on les rince parfois avec un peu d'eau plus ou moins sale.

D'autre part, les vases remplis d'huile sont fermés avec des bouchons sommaires qui ne sont autre chose qu'un épi de maïs ayant trainé dans les ordures. Il est évident que de cette façon toutes sortes de fermentations se produisent.

Nous ajouterons que les indigènes aiment ce goût de rance ; d'ailleurs, presque toutes les huiles nord-africaines sont acides et de goût désagréable.

Par contre, l'huile bien préparée peut être employée comme huile de table, même par les européens. Fraîche, elle a un goût de noisette très agréable et elle se maintient, assez longtemps, sans altération, lorsqu'elle est conservée dans de bonnes conditions.

Beaucoup d'européens ont essayé de préparer l'huile en l'entraînant avec des dissolvants tels que le sulfure de carbone, le trichlor éthylène, l'éther, etc... afin d'obtenir de meilleurs rendements : la plupart ont obtenu des résultats très médiocres, cela est dû à ce que, comme dans le marron d'Inde (1), l'huile est retenue énergiquement dans l'amande d'Argan par la saponine, à l'état d'émulsion dans le suc cellulaire.

La fermentation ou le chauffage détruisant cette saponine ou l'émulsion, provoquent la séparation de l'huile.

Un séchage à l'étuve à 110°, tel que nous l'avons pratiqué dans nos extractions d'huile par les solvants, donne de bons résultats, mais cela ne peut être qu'une méthode de laboratoire.

Les indigènes — qui bénéficient de l'expérience des siècles — font griller les amandes avant d'extraire l'huile. L'extraction se fait avec de l'eau chaude pour enlever l'huile après la destruction de l'émulsion par le chauffage.

La meilleure méthode est encore celle des indigènes. D'autres pourraient être plus parfaites, elles ne donneraient peut-être pas un rendement commercial très

1. Goris et Crété, Sur l'huile de marron d'Inde. *Bull. Sc. pharmac.*, 14, 1907, 68-72.

supérieur, et, de plus, exigeraient une main-d'œuvre européenne.

Le seul perfectionnement à rechercher consiste dans le concassage rapide des graines. Cette opération est très longue et pénible, le problème est encore à résoudre, car l'emploi des concasseurs est impossible. La dureté de l'endocarpe est telle qu'il a été impossible d'employer ces appareils, l'amande se broyant en même temps que le tégument.

La quantité d'huile que l'on pourrait obtenir au Maroc est insuffisante pour rémunérer une industrie moderne, et, si l'on tient compte de la main-d'œuvre, on comprend que l'industrialisation ne vaut pas la peine d'être tentée.

L'huile d'Argan peut être employée en savonnerie : elle donne des savons sodiques et potassiques moussant très bien.

Le savon potassique forme une gelée et absorbe une grande quantité d'eau. D'après GIRARDET, il absorbe neuf fois autant d'eau qu'il entre d'huile dans sa composition.

Le savon sodique est semblable au savon de Marseille : il est très blanc et sans odeur.

Tourteaux d'Argan.

Le résidu de la fabrication de l'huile, suivant la méthode indigène ou par solvants, laisse un tourteau que certains animaux acceptent comme nourriture et qui pourrait être utilisé comme engrais.

Nous avons donc fait une analyse chimique de ces tourteaux, tourteaux indigènes et tourteaux obtenus par nous après extraction de l'huile par l'éther sur des amandes préalablement desséchées à 110°.

Nous avons mis, à titre de comparaison, l'analyse chimique de la graine ayant servi à la préparation de ces tourteaux.

Méthode employée	Tourteaux		[Amande
	Indigène	A l'éther (poudre sèche)	
	%	%	%
MATIÈRES AZOTÉES :			
Méthode Kjeldahl, attaque 4 heures, (azote $\times$ 6,25)	24,58	44,37	8,50
MATIÈRES GRASSES (1) :			
Au sulfure de carbone, sur 50 gr., après deux fois dix siphonages au Soxhlet, en remplaçant le solvant après les 10 premiers siphonages	18,85	1,90	68
HUMIDITÉ :			
Etuve 100 à 110° (huit heures)	26,30	0,27	5,15
CENDRES (2) :			
Calcination au four à moufle, jusqu'à obtention de cendres blanches	3,67	6,88	1,97
PRODUITS SOLUBLES DANS ALCOOL (glucoside, glucose, acide organiques) :			
Par alcool-éther, jusqu'à cessation du précipité ...	9	17	10
CELLULOSE ET AUTRES :			
Par différence	17,60	29,58	6,38

1. L'épuisement à l'éther dans les mêmes conditions donne 64 % de matières grasses.

2. Les cendres contiennent des phosphates, du calcium, du potassium, du fer et aussi des chlorures et des sulfates.

CHAPITRE V

L'ARGANINE

La partie soluble dans l'alcool renferme du glucose, de l'acide arganique et un glucoside spécial du groupe des saponines : l'Arganine.

Déjà en 1888, Cotton⁽¹⁾ avait isolé un principe qu'il avait nommé « *Arganine* », pour rappeler son origine botanique, et qui avait été trouvé par lui dans les amandes et le tourteau.

Plus tard, Moreau et Leulier (2) étudièrent plus complètement ce produit qu'ils comparèrent à la saponigeline (saponine inactive de la Nielle des blés).

Nous avons repris l'étude de ce glucoside, dans la mesure de nos moyens, sans nous hasarder dans une étude approfondie de sa composition chimique. Nous avons retiré ce principe actif du tourteau provenant de l'extraction de l'huile par l'éther.

Le dissolvant de choix serait l'eau distillée, mais cette dernière entraîne une grande quantité de matières gommeuses qui se précipitent ensuite par l'alcool.

Le tourteau sec a donc été épuisé directement par

1. COTTON, Etude sur la noix d'Argan ; nouveau principe immédiat, l'Arganine. *Journ. de Pharm. Chim.*, (Ss.), 18, 1888, 298.

2. MOREAU et LEULIER, *loc. cit.*, 83.

l'alcool à 80° bouillant, ceci pour dissoudre la plus grande partie possible du glucoside.

Le filtrat est mis de côté, puis, après plusieurs lavages, les solutions alcooliques sont réunies, on traite par petites quantités d'éther, il se produit un précipité floconneux pendant quelques jours si on ajoute de l'éther le matin, à midi et le soir, jusqu'à concurrence du volume égal d'alcool ; on obtient le maximum du principe, c'est-à-dire à peu près 10 à 11 %. Après filtration à l'abri de l'air, nous avons traité le précipité par l'alcool à 99° bouillant et nous avons pu obtenir, par refroidissement, un produit qui est l'Arganine de Cotton.

A. — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE L'ARGANINE

C'est une poudre blanche, amorphe, très-hygroscopique, se transformant en une pâte gommeuse qui adhère aux parois des filtres, des tubes, etc...

Saveur amère. Elle brûle sans laisser de résidu appréciable.

Insoluble dans l'alcool absolu, l'éther, la benzine, l'éther de pétrole, le chloroforme, l'éther acétique, neutre au papier tournesol.

Soluble dans l'eau, dans l'alcool légèrement aqueux. La solution aqueuse ne réduit pas la liqueur de Fehling.

Les solutions possèdent des propriétés aphrogènes et émulsives intenses ce qui nous a permis de faire des émulsions d'huile stables.

B. — RÉACTIONS COLORÉES

Acide sulfurique concentré : donne une coloration rouge même dans une solution à 3 pour mille.

Acide sulfurique et quelques gouttes de Perchlorure de fer donne, avec une solution concentrée, une coloration bleue.

Solution sulfurique d'acide sélénieux : coloration rosée.

Réactif molybdique : précipité blanc-jaunâtre, même dans une solution à 0,50 pour mille.

Réactif de Nessler : coloration rouge-orange.

Réactif de Millon : coloration rouge.

Acide sulfurique et alcool, plus une goutte de *solution de sel ferreux* : coloration verdâtre.

Acide chlorhydrique : teinte rosée dans une solution concentrée.

Acétate de mercure et une goutte de *solution de nitrite de potasse* : coloration rouge.

Ces réactions colorées sont identiques à celles que l'on obtient avec les diverses saponines.

C. — ACIDE ARGANIQUE.

L'Arganine, en solution aqueuse, traitée par l'acide chlorhydrique à 1 % pendant 2 heures, nous a donné un précipité floconneux, qui est sans doute un acide qui se trouve combiné à l'état de sel alcalin.

Nous le nommerons *Acide arganique*.

La solution filtrée réduit la liqueur de Fehling et

donne une ozazone qui est probablement la glucosazone. Sa cristallisation en faisceaux, aiguilles, sa solubilité dans l'eau chaude et son insolubilité dans la benzine et l'éther, la rapprochent en effet de la glucosazone.

Le précipité, recueilli sur filtre, représente à peu près 6 à 7 % d'acide arganique.

Propriétés. — Poudre brillante, jaunâtre, amère, rougit le papier tournesol. *L'acide arganique* est *insoluble dans l'eau*, l'éther, soluble dans l'alcool et, bien entendu, dans les lessives alcalines fortes, formant un saponate alcalin qui reprécipite par addition d'un acide.

L'acide arganique est peu soluble dans les bases faibles et à chaud ; il est également doué de propriétés émulsives et aphrogènes.

D. — ETUDE PHYSIOLOGIQUE DE L'ARGANINE.

L'étude des propriétés physiologiques de l'Arganine est d'autant plus intéressante que le tourteau d'Argan, riche en Arganine, est accusé de déterminer des troubles intestinaux chez les enfants alimentés au lait de vache nourries avec ce produit. Ce tourteau est en effet couramment donné aux animaux comme supplément de ration.

Pour rendre plus complète cette étude physiologique et faciliter la recherche de l'action biologique de l'Arganine sur les animaux supérieurs, nous avons voulu tout d'abord étudier son action vis-à-vis des organismes inférieurs : microbes et parasites animaux.

1^o *Action de l'Arganine sur les microorganismes.* —

Les principales expériences faites pour déterminer l'influence exercée par l'Arganine sur les corps microbiens sont les suivantes :

L'Arganine est-elle douée de propriétés antiseptiques ?

a) Des solutions d'Arganine à 4/100 et à 5/1.000 dans l'eau distillée et parfaitement limpides, laissées simplement à la température du laboratoire, présentent rapidement de profondes altérations. Elles se troublent et prennent une odeur désagréable de fermentation. La solution étudiée au microscope laisse voir une quantité de microbes divers, pour la plupart des bactéries prenant le Gram et quelques microcoques.

En deux ou trois jours, de nombreux flocons de moisissures apparaissent dans le liquide.

Une solution d'Arganine stérilisée par tyndallisation, débouchée quelques minutes, puis laissée à la température du laboratoire, s'altère dans les mêmes conditions.

Des tourteaux d'amandes d'Argan laissés à l'air humide du laboratoire sont, en deux ou trois jours, couverts de moisissures blanches et vertes.

b) Nous avons voulu déterminer si l'Arganine avait une action sur certains germes dont les exigences biologiques sont bien connues.

Nous avons fait 4 séries de 4 tubes de bouillon ordinaire. Chaque série a étéensemencée, respectivement, de staphylocoque blanc, de subtilis, de pyocyanique, de pasteurella. Dans chaque série un tube a été conservé

comme témoin. Les trois autres ont reçu des doses de 1, 2, 3 cc. de la solution d'Arganine à 5/1.000.

Après 24 heures d'étuve le développement microbien n'avait été entravé dans aucun cas.

Supposant que les propriétés émulsives de l'Arganine qui n'avaient pas influencé les cultures pourraient néanmoins avoir modifié les propriétés des germes poussés dans les tubes additionnés d'Arganine, nous avons repiqué sur gélose ordinaire les cultures obtenues dans ce milieu dont le pH n'avait pas sensiblement changé. Les colonies obtenues ne différaient en rien, pour chacun des microbes envisagés, de celles obtenues directement sur les milieux habituels.

La même expérience faite avec des tubes additionnés de solution à 4/100, donnerait des résultats identiques.

Pour compléter cette étude, il y avait lieu de rechercher si, à elle seule, la solution d'Arganine constituait un milieu propice au développement de certains germes.

Des tubes contenant 5 cc. de solution pure stérilisée d'Arganine à 4 %, furentensemencés avec la bactéridie charbonneuse, le *B. subtilis*, le staphylocoque orangé, un streptocoque et une pasteurella. Les tubes mis à l'étuve, le développement microbien ne parut pas se produire. Au bout de 5 jours, nous fîmes des repiquages sur gélose ordinaire : la bactéridie et le *B. subtilis* poussèrent bien — ce qui est normal pour ces germes sporulés, — le staphylocoque poussa avec vigueur et la pigmentation parut plus intense. Il en fut de même du streptocoque et de la pasteurella.

Il résulte de ces essais que :

a) L'Arganine est dénuée de toute action antiseptique, bactériolytique ;

b) L'Arganine en solution constitue, à elle seule, un milieu favorable à la conservation des germes microbiens et surtout des moisissures ;

c) Le tourteau d'Argan est particulièrement vite envahi par des moisissures diverses.

2° *Action de l'Arganine sur les organismes inférieurs.*
Notre expérimentation n'a porté que sur des Infusoires, des Ixodes et des Vers.

a) Des excréments de lapins, contenant des coccidies et de nombreux *Lambliæ*, sont dilués, d'une part dans du sérum physiologique pur, et, d'autre part, dans une solution d'Arganine à 5/1.000.

Examinés entre lame et lamelle, les *Lambliæ* conservent leur mobilité et l'agitation de leurs cils, aussi longtemps dans un cas que dans l'autre.

b) Des nymphes et des adultes de *Margaropus decoloratus* furent immergés dans la solution d'Arganine, d'autres dans de l'eau distillée ; aucune action particulièrement parasiticide ne fut observée.

c) Des parasites intestinaux du mouton, *Hæmonchus contortus*, *Nematodinus filicollis*, furent étudiés dans les mêmes conditions, sans que l'Arganine ait paru être douée de propriétés anthelminthiques.

Ces expériences effectuées *in vitro* n'ayant pas donné de résultats, on tenta de rechercher quelle pourrait être l'action de l'Arganine *in vivo*.

Pour cela, deux moutons atteints de gastro-entérite

et dont les excréments renfermaient en grande partie des œufs de Strongyloïdes, reçurent par deux fois 5 grammes d'Arganine pure, avec une diète de 24 heures.

Les œufs de Strongyloïdes, recherchés dans les excréments dilués en solution hypertonique de chlorure de sodium, se montrèrent beaucoup plus nombreux les jours suivant l'administration de l'Arganine, puis ils parurent diminuer ; au bout de 7 à 8 jours, ils étaient redevenus aussi nombreux qu'avant l'expérience et l'état général des animaux n'en fut pas amélioré.

De ces divers essais, il nous paraît résulter que l'Arganine ne possède pas de propriétés antihelminthiques ou parasitocides.

3^o *Action de l'Arganine sur les organismes animaux supérieurs.* — L'étude de l'action physiologique de l'Arganine sur les êtres plus élevés dans l'échelle animale, était particulièrement intéressante parce que l'huile d'Argan est employée dans l'alimentation de l'homme, et que le feuillage, la pulpe des fruits, le tourteau d'amandes sont donnés ou peuvent l'être comme supplément de ration aux animaux domestiques. Le tourteau est donné tantôt en nature, tantôt sous forme de « mash » barbotages, mélangés à du son ou de la paille hachée.

En 1925, à la suite d'une demande de la Direction la Santé et de l'Hygiène publique du Maroc, des expériences furent entreprises au laboratoire de recherches du Service de l'Elevage, par M. le Dr Vétérinaire Velu. Ces expériences consistèrent surtout à faire ingérer à des animaux de la pulpe d'Argan qui ne contient aucune

trace d'Arganine. Le laboratoire ne disposant pas alors d'Arganine pure ne put rechercher l'action de ce produit.

Les animaux, qui n'étaient pas habitués à cette nourriture, ne mangèrent que très difficilement la pulpe d'Argan et aucun trouble ne fut observé sur eux, ni sur les jeunes alimentés avec le lait de vaches nourries de cette façon.

Nous avons voulu reprendre cette étude en utilisant, non pas la pulpe d'Argan, mais le tourteau d'amandes et des solutions d'Arganine pure et en expérimentant *in vitro* et *in vivo* sur le sang.

a) *Action de l'Arganine sur le sang « in vitro ».* — L'Arganine, qui est une saponine, possède, comme toutes les saponines, un pouvoir hémolytique remarquable. Nous avons repris ces essais en recherchant le taux de l'hémolyse et en nous efforçant d'étudier si cette dernière était due à une action chimio-toxique à l'égard du sang ou simplement aux modifications physiques du milieu, et, particulièrement, la diminution de tension superficielle par l'effet de l'Arganine.

Du sang de mouton défibriné fut centrifugé, les globules étant lavés plusieurs fois au sérum physiologique et finalement émulsionnés au 1/50, puis répartis à raison de 2 cc. de la suspension globulaire dans une série de tubes. L'un des tubes fut gardé comme témoin, les autres furent additionnés de solution d'Arganine à 5 ‰ dans les proportions suivantes :

N° des tubes	Emulsion de globules 1/50	Arganine à 5/1.000	Taux approximatif de la dilution	Début de l'hémolyse	Hémolyse totale en :
1	2 cc.	0.	0	0	0
2	2 cc.	1/10 cc.	0,25 ‰	30 minutes	4 heures
3	2 cc.	2/10 cc.	0,50 ‰	30 minutes	3 heures
4	2 cc.	3/10 cc.	0,75 ‰	15 minutes	1 heure
5	2 cc.	4/10 cc.	1,00 ‰	15 minutes	30 minutes
6	2 cc.	5/10 cc.	1,25 ‰	10 minutes	15 minutes
7	2 cc.	6/10 cc.	1,50 ‰	20 secondes	15 minutes
8	2 cc.	7/10 cc.	1,75 ‰	immédiat	20 secondes
9	2 cc.	8/10 cc.	2,00 ‰	»	20 secondes
10	2 cc.	9/10 cc.	2,25 ‰	»	immédiate
11	2 cc.	1 cc.	2 50 ‰	»	»

L'hémolyse est donc complète en 4 heures dans tous les tubes.

Deux tubes contenant chacun 10 cc. de la suspension globulaire au 1/50 sont mis à l'étuve à 37°, après addition de l'un d'eux de 1/10 de cc. d'Arganine à 5/1.000. La dilution ainsi obtenue est de 1/20.000.

L'hémolyse débute au bout de quelques minutes dans le tube contenant l'Arganine et elle augmente progressivement pour devenir complète en 12 heures. Dans le tube-témoin les hématies s'étaient déposées par sédimentation au fond du tube, laissant le sérum parfaitement clair.

Cette hémolyse se reproduit, quelle que soit l'espèce animale qui ait fourni les hématies. Nous avons renouvelé les essais précédents, toujours avec le même résultat, sur les globules sanguins de l'homme, de la chèvre, du cheval, du lapin, du cobaye.

Cette action si fortement hémolytique *in vitro* fai-

sait prévoir qu'injectée dans le sang, l'Arganine serait très active.

4^e Action de l'Arganine « *in vivo* ». — Le tourteau, et par conséquent l'Arganine, sont-ils doués d'une action toxique ? Quels peuvent être le degré et le mode de toxicité de ces produits ?

Telles étaient les principales questions qui se posaient au cours de cette étude des propriétés physiologiques. Questions d'autant plus importantes qu'en 1925, M. le Dr Bouveret, Directeur du bureau municipal d'hygiène de Mogador, signalait, par une lettre adressée à M. le Directeur de la Santé et de l'Hygiène publiques au Maroc, de nombreux cas de troubles intestinaux chez des enfants nourris avec du lait de vaches alimentées avec le tourteau d'Argan. Voici textuellement les termes de son rapport :

« J'ai l'honneur de vous rendre compte qu'un nombre considérable d'enfants en bas âge sont atteints en ce moment (18 septembre 1925), dans notre ville, de gastro-entérite infantile à forme hypertoxique, avec réaction méningée. »

« Depuis bientôt 13 ans que j'exerce à Mogador, j'ai pu me rendre compte qu'au moment où les vaches laitières sont nourries avec la pulpe du fruit d'Argan, des gastro-entérites graves s'ensuivent chez les nourrissons allaités artificiellement. »

C'est à la suite de cette lettre que des recherches furent effectuées par M. le Dr Vétérinaire Velu, Directeur du laboratoire de recherches du Service de l'Élevage, au sujet de la toxicité des pulpes du péricarpe de

l'Argan, lesquelles recherches ne permirent pas d'établir la nocivité des pulpes, celles-ci ne contenant en effet ni glucoside, ni produit toxique.

Nous nous sommes donc proposé de reprendre ces expériences en utilisant, non plus la pulpe, mais le tourteau d'Argan, qui est donné en supplément de ration aux vaches laitières, et surtout, en nous servant de l'Arganine pure, extraite comme il est dit dans ce travail.

C'est à M. le docteur-vétérinaire Deilles, de Mogador, que nous devons le tourteau qui a servi à nos expériences. Dans une lettre, M. Deilles nous signale la mauvaise réputation du tourteau d'Argan. Il nous écrit en effet :

« J'ai tenté de me procurer du lait d'une vache nourrie sûrement avec ce tourteau : cela m'a été impossible. A Mogador, rares sont ceux qui déclarent donner le tourteau d'Argan aux vaches laitières, leur lait ayant la réputation d'être de mauvaise qualité. De plus, actuellement, ce tourteau est rare sur les souks et très cher, aussi n'en donne-t-on qu'aux taureaux d'engrais du bled. »

« D'après les renseignements que j'ai pu recueillir sur ce sujet, les indigènes donnent le tourteau divisé en petits morceaux, sans aucune autre préparation aux bovins qui en sont très friands. On donne 6 galettes de 225 à 250 gr. par jour aux taureaux d'engrais, 2 au plus à la vache laitière ; les fortes doses auraient pour conséquence de faire sécréter un lait qui provoquerait la diarrhée chez les jeunes veaux. Cette particularité se

manifesterait le lendemain même de l'ingestion du tourteau. »

Nos expériences pour déterminer l'action de l'Arganine chez les animaux ont consisté à administrer ce produit par différentes voies :

- Intra-veineuse,
- Intra-péritonéale,
- Sous-cutanée,
- Digestive.

a) *Voie intra-veineuse.* — Etant données les propriétés éminemment hémolytiques de l'Arganine *in vitro*, il était à prévoir qu'injectée dans le torrent circulatoire, elle aurait un effet désastreux.

Un lapin de 2 kgr. reçoit dans la veine marginale de l'oreille 1 cmc. 5 de solution d'Arganine à 4 %, soit 0,06 cgr. d'Arganine. Sitôt l'injection terminée, l'animal témoigne de l'agitation, de l'anxiété. Il fait deux ou trois bonds dans sa cage et meurt en quelques instants. A l'autopsie, les organes sont congestionnés, le cœur est arrêté en diastole, la veine cave est distendue, les frottis de sang témoignent déjà d'une grande fragilité globulaire.

Un autre lapin de 1 kgr. 500 reçoit, dans les mêmes conditions, un 1/2 cmc. de la solution, c'est à-dire 2 cgr. d'Arganine. La mort survient au bout de 5 heures après une période d'agitation puis de somnolence. L'autopsie montre encore une forte congestion des viscères, particulièrement intense sur l'intestin et le mésentère. Le cœur est arrêté en diastole, le sang est

noirâtre, laqué, les frottis montrent des hématies très altérées, hypertrophiées, en voie d'hémolyse, ainsi que des débris de stroma globulaire. La vessie, distendue, renferme une urine claire, non hémoglobinurique dont l'analyse révèle la présence certaine de l'Arganine.

La recherche a été ainsi effectuée : nous avons opéré avec les 80 cmc. d'urine contenue dans la vessie, nous avons réduit à 5 cmc. au bain-marie. Après filtration, nous avons traité par 10 cmc. d'alcool absolu, chaud. Un précipité nouveau s'étant formé, nous l'avons filtré. Le filtrat a été traité par quelques gouttes d'éther. La matière colorante de l'urine s'est déposée au fond du tube. Après séparation, nous avons traité la liqueur par un même volume d'éther ; un précipité floconneux d'Arganine s'est produit. Nous avons pu l'identifier par la belle coloration rouge que donnait ce produit avec l'acide sulfurique.

Enfin, un troisième lapin de 2 kgr. reçoit, toujours par voie endoveineuse, 0,008 d'Arganine. Pendant les heures qui suivent l'injection, l'animal somnole dans sa cage, puis se rétablit et ne présente, par la suite, aucun trouble.

Il résulte donc que l'Arganine injectée dans le sang s'est montrée immédiatement mortelle à une dose de 4 cgr. par kilogramme de poids vif, et si l'on admet que le lapin de 1 kgr. 500 possède 50 cmc. de sang, on peut dire qu'elle a provoqué une mort foudroyante. Or, dans notre tableau de l'hémolyse *in vitro*, nous voyons que pour une dilution à 1,60 ‰ — ce qui correspond aux tubes 7 et 8 — l'hémolyse se produit presque immédiatement.

b) *Voie intra-péritonéale* (cobaye). — Un cobaye mâle, adulte, reçoit par voie péritonéale 2 cmc. de solution d'Arganine à 4 %. Environ 1 heure après l'injection le cobaye meurt. L'autopsie pratiquée immédiatement permet de voir, à l'ouverture de la paroi abdominale, un abondant épanchement péritonéal rouge-groseille, une congestion intense de tout le tube digestif avec entérorragie. L'intestin est noirâtre et les vaisseaux sanguins distendus sont très apparents. La rate, les reins, les poumons, sont normaux. Le cœur, arrêté en diastole, renferme un caillot noirâtre. L'examen microscopique prouve une profonde altération des éléments figurés du sang.

c) *Voie sous-cutanée*. — Un mouton, un lapin, un cobaye, reçoivent respectivement, sous la peau, le mouton 30 cmc., le lapin et le cobaye 2 cmc. de solution stérile d'Arganine à 4 %. Dans les instants qui suivent l'injection, les animaux manifestent une vive douleur. Le tégument est pâle, ischémié, œdématié au point d'inoculation. A cette réaction locale fait suite, les jours suivants, une induration douloureuse qui se résorbe complètement en 3 ou 4 jours sans laisser de traces chez le mouton et le lapin. Chez le cobaye, au niveau de l'induration, on remarque une exsudation assez abondante, sans suppuration, qui fait craindre une nécrose de la région crurale, mais là encore, la lésion rétrocede vite ne laissant qu'une exfoliation de l'épiderme.

Aucun trouble général dans les trois cas.

d) *Voie digestive*. — Un lapin et un cobaye reçoivent

par voie digestive; le premier 20 cmc., le second 10 cmc. de la solution à 4 %. Aucun trouble n'est observé.

Un agneau de 6 mois, à jeun depuis 48 heures, reçoit 5 gr. d'Arganine en solution aqueuse et ne présente qu'une légère diarrhée le lendemain de l'expérience.

Une brebis à jeun depuis 24 heures, suitée d'un agneau nouveau-né, reçoit un premier jour 30 cmc. de la solution d'Arganine à 4 %, c'est-à-dire 1 gr. 20 : le lendemain, rien d'anormal. L'animal prend alors 6 gr. d'Arganine en solution : le lendemain, la brebis qui d'ordinaire faisait des excréments très normaux, bien moulés, présente une diarrhée jaunâtre, diffuente qui disparaît complètement en 24 heures. A aucun moment l'agneau n'a paru incommodé par le lait de la brebis.

Une vache marocaine, de petite taille, allaitant un veau âgé de quelques semaines reçoit, dans sa ration, pendant 2 jours 8 galettes de tourteau d'amandes d'Argan, c'est-à-dire en 2 jours près de 4 kgr. de tourteau. Les 2 jours suivants elle mange encore, chaque soir, 3 galettes (la galette pèse de 225 à 250 gr.). A aucun moment, ni la mère, ni le veau, n'ont présenté le moindre trouble, ni diarrhée ou signe quelconque d'intoxication.

Le sang des animaux ayant reçu de l'Arganine par voie digestive n'a jamais montré la moindre altération : la richesse en hémoglobine, la formule hémoleucocytaire, n'ont subi aucune variation.

Il semble donc résulter des expériences faites :

1° Que le tourteau d'Argan, les pulpes d'Argan, l'Arga-

nine, absorbés par voie digestive ne sont pas, à proprement parler, doués de propriétés toxiques ;

2° Qu'à forte dose l'Arganine peut déterminer une purgation passagère, sans retentissement sur l'état général ;

3° Qu'injectée dans le sang l'Arganine agit comme agent physique déterminant l'hémolyse par diminution de la pression osmotique du plasma, entraînant la mort à fortes doses, mais ne provoquant aucun trouble lorsque le jeu des émonctoires, surtout les reins, en permet l'élimination assez rapide pour que l'hémolyse n'ait pas le temps de se produire ;

4° Que si dans nos expériences il nous a été impossible de retrouver, d'une façon certaine, l'Arganine (1) dans le lait des femelles alimentées au tourteau d'Argan, il nous paraît fort probable que l'Arganine, qui s'élimine en grande partie par l'urine, doit également passer dans le lait, mais en quantité telle qu'elle ne peut déterminer de troubles, même chez les jeunes.

A quoi donc attribuer les accidents signalés chez les nourrissons par le Dr Bouveret ?

Depuis longtemps, des accidents de ce genre ont été observés chez des enfants ou de jeunes animaux nourris avec du lait de vaches dont l'alimentation consistait en pulpes, drèches ou autres sous-produits de l'industrie de la fabrication des huiles et des sucres.

1. Le traitement du lactosérum des animaux nourris avec le tourteau d'Argan nous a donné une coloration légèrement rouge avec l'acide sulfurique, tandis qu'un lactosérum d'un animal nourri normalement ne donne aucune coloration. Toutefois, ce n'est pas assez net pour affirmer la présence de l'Arganine.

L'action de ces produits a été maintes fois étudiée et les symptômes décrits se rapprochent beaucoup des signes d'intoxication infantile signalés à Mogador.

Ces produits (tourteaux, drèches, pulpes) ne sont pas également nocifs. Les uns ne sont pas nuisibles lorsqu'ils sont frais et ne deviennent dangereux que lorsqu'ils sont altérés. D'autres, au contraire, provoquent des accidents de diarrhée chez les jeunes à la mamelle, sans que l'on puisse aisément déceler, dans les faits incriminés, l'existence de produits toxiques.

En ce qui concerne le tourteau et les pulpes d'Argan, nous pensons que si l'Arganine peut déterminer une diarrhée légère, les phénomènes méningés, les troubles hypertoxiques graves signalés doivent être rapportés plutôt à l'altération des produits d'Argan donnés aux animaux.

Les symptômes observés chez les enfants à Mogador sont, cliniquement, identiques à ceux produits par l'ingestion de moisissures. Nous avons signalé plus haut la grande altérabilité des pulpes et du tourteau d'Argan, qui, avec une rapidité extrême, fermentent ou se couvrent de moisissures diverses. Les altérations, surtout les moisissures, pénètrent très vite à l'intérieur de ces produits, rendant tout nettoyage insuffisant.

Au cours de nos expériences, nous avons été obligés, pour pouvoir les conserver, de faire dessécher à l'étuve les échantillons de tourteau.

Il est évident que les pulpes et tourteaux donnés à leurs animaux par les indigènes ne sont pas conservés

avec un tel soin et que ces produits, entassés à la chaleur et à l'humidité, subissent vite des altérations et il n'est nullement étonnant que leur ingestion détermine des troubles, et que, ainsi que cela se passe pour tous les sous-produits industriels identiques (drèches et pulpes), le lait des vaches qui les reçoivent dans leur ration, soit dangereux pour les nourrissons.

En raison des faits observés, il y aurait lieu d'éliminer les pulpes et le tourteau d'Argan de l'alimentation des vaches laitières, mais ce serait une erreur que de les supprimer de la ration des autres animaux, et surtout des animaux de boucherie, pour lesquels ils constituent surtout, dans une région plutôt déshéritée au point de vue de la végétation fourragère, un appoint très appréciable pour le bétail à l'engrais.

L'Arganier, dont le produit principal est l'huile d'Argan, très appréciée des indigènes, peut et doit être protégé, propagé aussi, en raison de son utilité pour l'élevage.

CONCLUSIONS

L'étude que nous avons faite comprend deux parties bien distinctes :

L'une ayant trait à l'histoire naturelle de l'Arganier.

L'autre, à l'étude chimique des produits de cet arbre.

Chacun des différents chapitres a été rédigé à l'aide des documents les plus récents sur la question et dont quelques-uns sont encore inédits. Nous avons évité les redites nombreuses qui surchargent déjà la littérature de l'Arganier. C'est ainsi que le chapitre concernant l'histoire naturelle résume simplement les connaissances les plus récemment acquises, sans reproduire les faits parfaitement connus.

Nous avons fait porter nos recherches plus particulièrement sur l'étude chimique de la graine et des produits extraits de cette graine. Cette étude était assez incomplète. Nous résumons ici les résultats les plus importants que nous avons obtenus.

L'huile d'Argan est une huile à goût de noisette, très agréable quand elle est fraîche. Elle se conserve longtemps, dans des récipients bien fermés, ne contenant ni eau ni matières étrangères sans prendre le goût rance qu'on lui reconnaît généralement.

Les constantes physico-chimiques trouvées pour les huiles d'Argan de différentes provenances sont sensiblement les mêmes que celles des huiles de notre fabrication, que nous les ayons extraites par la méthode indigène ou par les dissolvants organiques.

Ces constantes sont les suivantes. elles caractérisent l'huile d'Argan et constituent, si l'on peut dire, son « état-civil » :

Densité à + 15°	0,9170 à 0,9180
Indice de saponification	189 à 193
— d'iode	98 à 102
— de Reichert-Meissel-Volny	1,54 à 1,65
— d'acétyle	10 à 12
— de Hehner	95,40 à 95,70
— de Crismer	69° à 70°
— d'acidité (en acide oléique)	0,93 à 1,16
Essai de Maumené	128 à 130
Point de congélation de l'huile	— 10° à — 11°
Indice de réfraction	1,4711
Acide linoléique	1,34 à 1,38
Acide arachidique	0,32 %

L'huile d'Argan étant d'un prix élevé est exposée à de nombreuses falsifications. Les constantes ci-dessus permettront de juger de la qualité de l'huile.

Nos recherches ont porté, non sur un seul échantillon, mais sur des huiles de différents centres de production du Maroc, et également sur des huiles que nous avons préparées nous-mêmes; on peut donc considérer les chiffres que nous donnons par nous comme étant dignes de confiance.

L'huile dont les constantes dépasseraient de beaucoup ces chiffres, peut être considérée comme une huile de

mauvaise qualité ou falsifiée ; c'est ainsi que l'huile provenant de Casablanca et dont les constantes figurent dans nos tableaux, peut être considérée comme vieille ou falsifiée, elle serait en tous cas à rejeter pour la consommation.

Les constantes indiquées jusqu'à ce jour ne peuvent être conservées : elles ont sans doute été établies avec des huiles de médiocre qualité.

La réaction avec l'azotate d'argent indiquée par M. Girardet, doit être attribuée au fait que les importateurs d'huile d'Argan ajoutent une poignée de sel pour assurer sa conservation.

L'addition d'huile étrangère à l'huile d'Argan deviendra de plus en plus fréquente, car, au fur et à mesure que le Chleuh commence à trouver du travail dans les villes, il quitte la campagne et délaisse la fabrication de l'huile ; cette dernière devient de plus en plus rare, et par conséquent plus chère et la falsification plus tentante.

L'identification des huiles étrangères est faite par les réactions appropriées à chacune d'elles, car elles conservent leurs réactions propres, même lorsqu'elles sont mélangées à l'huile d'Argan. C'est dans ce but que nous avons étudié spécialement les réactions qui pourraient caractériser cette huile.

Nous avons étudié la composition chimique de la pulpe du péricarpe qui sert de nourriture aux bestiaux, mais surtout celle du tourteau obtenu avec l'amande, après extraction de l'huile.

Le tourteau indigène renferme :

Matières azotées	24,60
Matières grasses	18,85
Humidité.....	26,30
Cendres	3,65
Produits solubles dans l'alcool.....	9 %
Cellulose	17,60

On a accusé ce tourteau de produire des accidents d'alimentation chez les enfants ou les jeunes animaux élevés avec du lait d'animaux ayant absorbé ce résidu industriel, et l'on avait rapporté ces méfaits à un glucoside spécial du groupe des saponines : l'Arganine.

Nous avons repris l'étude de ce glucoside, et, après en avoir préparé une certaine quantité, nous avons fait des recherches sur ses propriétés biologiques et physiologiques.

Si l'Arganine est un hémolytique puissant et un produit dangereux quand il est introduit dans le torrent circulatoire, nous croyons avoir démontré qu'ingéré par voie gastrique, il n'a aucune influence sur l'organisme et ne manifeste aucune propriété toxique.

S'il parait possible que l'Arganine, bien qu'éliminée en majeure partie par l'urine, puisse passer dans le lait des animaux qui consomment le tourteau d'Argan, il semble non moins certain que les quantités qui passent sont insignifiantes et inoffensives.

Les accidents gastro-intestinaux attribués à l'ingestion du lait provenant de vaches nourries de tourteaux d'Argan ne doivent pas, à notre avis, être imputés à l'Arganine, mais à toutes les impuretés et en particulier aux moisissures dont les tourteaux sont généralement remplis.

Etant donné l'impossibilité dans laquelle nous sommes de surveiller la qualité des dits tourteaux, il y aurait lieu d'éliminer la pulpe et le tourteau d'Argan de l'alimentation des vaches laitières, étant entendu que ces produits peuvent être donnés sans inconvénients aux animaux destinés à la boucherie.

Vu, bon à imprimer
le Président de la thèse,
A. GORIS

Vu, le Doyen de la Faculté,
RADAIS

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris
CHARLÉTY.



BIBLIOGRAPHIE

- ALI BEY EL ABBASSI. — Voyages en Afrique et en Asie. Paris, 1, 1814, 254.
- BAILLON. — Observations sur les sapotacées (*Bull. Soc. Lin. Paris*, 2, 1889-1897, 910).
- BELLIER. — Recherche et dosage de l'huile d'Arachide dans les huiles comestibles (*Ann. Chim. Anal.*, 4, 1899, 4-9).
- BERNUS (S.). — Sur une huile marocaine : « l'huile d'Argan » (*Union pharmaceutique*, 58, 1917, 273-278).
- BOLL (M.) et BAUD (P.). — Memento du chimiste. Matières fourragères. Paris. Dunod, 1928, p. 413.
- BRAUN-BLANQUET et MAIRE. — Etude sur la végétation et la Flore marocaine (C. R. des Herborisations. Soc. Bot. Fr., 1921. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc.*, 4, 1924).
- Contribution à la Flore marocaine (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, 13, 1922, 13, 180).
- CANDOLLE (DE). — *Prodromus*, 8, 1844, 187.
- CHAUVEAUD (G.). — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 13, 1911, 113-436).
- CORNÉ. — Note sur la structure des fruits de l'Argan du Maroc (*Argania Sideroxylon*). (*Bull. Soc. Bot.*, 44, 1897, 181-187.)
- CORREA DE SERRA. — *Ann. Museum Hist. Nat.*, 8, 1809 393.

- COTTON. — Etude sur la noix d'Argan, nouveau principe immédiat, l'Arganine (*Journ. Pharm. Chim.* [5], **18**, 1888, 298).
- DAVID. — Méthode d'analyse des corps gras par séparation des acides gras concrets d'avec les acides liquides (*C. R. Acad. Sc.*, **151**, 1910, 756).
- DURSELEN. — Cf. Sasserath, *loc. cit.*
- EMBERGER (L.). — A propos de la distribution géographique de l'Arganier (*Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, **4**, 1924, 151-153).
- Les limites naturelles climatiques de l'Arganier (*Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc.*, **5**, 1925, 94-97).
 - Le domaine naturel de l'Arganier (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, **72**, 1925, 770-771).
- ENGLER. — Monagr. afrik. Pflanzenfam. (Sapotaceæ). Leipzig, Engelmann, 1897-1909, p. 26).
- FLEURY (E). — En cas de disette d'huile, la France peut-elle compter sur celle d'Argan ? Réponse : non (*Journ. Pharm. chim.* [7], **22**, 1920, 165-174).
- GERBER. — Sur la maturation des fruits charnus. Th. Doct. Soc. Paris, 1897.
- GIRARDET. — *Pharmaceutica Acta Helveticae*, **2**, 1927.
- GORIS et CRÉTÉ. — Sur l'huile de marron d'Inde (*Bull. Sc. Pharmac.*, **14**, 1907, 68-72).
- HALPHEN. — Huiles et graisses végétales (*Manuel pratique d'analyses chimiques*. Béranger, Paris, 1912, 186-188).
- HOOKE (W.). — On the « Argan » tree of Morocco (*Argan Sideroxylon*) (*Journ. of Botan. London*, **6**, 1854, 97).
- HÖST (G.). — Nachrichten von Marokko und Fez, p. 304. Kopenhagen, 1781.
- IBN EL BAYTAR. — Traité des simples (traduction française de L. Leclerc). Notices et manuscrits de la Bibliothèque

- nationale. Paris, Imp. nationale, 1877-1883, 1, 53, n° 56 ; 2, 230, n° 1145 ; 3, 244, n° 2041.
- JACCARD (P.). — L'Arganier, sapotacée oléagineuse du Maroc (*Pharmaceutica acta helveticae*, n° 11, 208).
- JOLEAUD (L.). — Le régime des pluies et les zones de végétation du Maroc (*La Nature*, 104, 1925, 293-301).
- LAOUST. — Cours de berbère marocain; dialectes du Sous, du Haut et de l'Anti-Atlas. Challamel édit., Paris, 1921, p. 143.
- MILLIAN. — L'Arganier (A. Sideroxylon (*Agr. pr. des pays chauds*. Paris, 7, 1907, 75-78).
- MOREAU et LEULIER. — Les deux principes immédiats du fruit de l'Arganier : huile et glucoside (*Bull. Sc. Pharmac*, 25, 1918, 81-86).
- NOÉ (Vicomte de). — Mémoire sur l'Arganier recommandé comme plante oléagineuse (*Rev. Hortic.*, 1853, 1^{re} avril. Paris).
- PERNOT (Em.). — Le Karité, l'Argan et quelques autres sapotacées à graines grasses de l'Afrique (*Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, fasc. 2, p. 134 et suiv. Paris, Challamel, 1907).
- PLINE. — Histoire naturelle, XII, 29.
- SASSERATH (E. A.). — Marokkanisches « Olivenöl » (*Zeit für untersuchung der Nahrungs und Genussmittel.*, 20, 1910, 749-750).
- SCHOUSBOE. — Jagttagelser over Vextriget i Marokko (observations sur le règne végétal au Maroc). Ed. française, latine, par E. L. Bertherand, p. 103-114. J.-B. Bailière, Paris, 1874.
- Beobachtung über das gewachsreich in Marokko, 1801, p. 97.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	I

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE ET BOTANIQUE.

CHAPITRE PREMIER. — Historique	5
CHAPITRE II. — Contribution à l'histoire naturelle de l'Arganier	16
A. — Géographie de l'Arganier.	16
B. — Sur quelques caractères botaniques de l'Arga- nier	33
C. — Structure du fruit et de la graine	48

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE CHIMIQUE.

CHAPITRE PREMIER. — A. — Fruit	53
B. — Pulpe du fruit	54
CHAPITRE II. — Graine	63
A. — Huile d'Argan.	63
a) Extraction de l'huile.	64
b) Caractères physiques de l'huile	67
c) Caractères chimiques de l'huile	68
d) Réactions diverses de l'huile d'Argan.	81

e) Caractères analytiques d'une huile préparée par la méthode indigène et des huiles préparées par extraction à l'aide d'un solvant	83
CHAPITRE III. — Composition chimique, qualitative et quantitative des glycérides de l'huile d'Argan.	90
CHAPITRE IV. — Emploi de l'huile d'Argan et des rési- dus (Tourteaux) de la préparation de l'huile.	97
CHAPITRE V. — L'Arganine	102
A. — Propriétés physiques de l'Arganine.	103
B. — Réactions colorées.	104
C. — Acide organique	104
D. — Etude physiologique de l'Arganine.	105
CONCLUSIONS.	121
BIBLIOGRAPHIE	127

